



# Virtualisointialustan toteuttaminen palveluntarjoajayritykselle

Henri Sukki

Opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

2014



Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

<b>Tekijä tai tekijät</b> Henri Sukki	<b>Ryhmä tai aloitusvuosi</b> 2010
<b>Opinnäytetyön nimi</b> Virtualisointialustan toteuttaminen palveluntarjoajayritykselle	<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b> 47 + 2
<b>Ohjaaja tai ohjaajat</b> Olavi Korhonen	
<p>Virtualisointimarkkinoilla on lähivuosina tapahtunut merkittäviä muutoksia. Microsoftin uusin virtualisointiratkaisu Hyper-V 2012 haastaa nykyään VMwaren virtualisointituotteiden johtavan markkina-aseman vakavassa virtualisointikäytössä. Tämä opinnäytetyö on toimeksianto IT-alan yritykselle, joka haluaa kartoittaa Hyper-V 2012 -virtualisointijärjestelmän ominaisuudet sekä mahdolliset merkittävät hyödyt ja erot verrattuna nykyisin laajasti käytössä olevan VMwaren vastaaviin tuotteisiin.</p> <p>Virtualisoinnilla tarkoitetaan tietotekniikassa toimintatapaa, jossa fyysinen resurssi – esimerkiksi palvelin – jaetaan useammaksi pienemmäksi loogiseksi resurssiksi, kuten virtuaalipalvelimiksi. Virtualisointi voidaan jakaa useampaan osa-alueeseen virtualisointitavien kohteiden mukaisesti. Osa-alueisiin kuuluvat palvelin-, tallennus-, verkko-, työasema-, sovellus- ja käyttöjärjestelmätason virtualisointi. Teorialuvuissa esiteltiin osa-alueiden lisäksi virtualisoinnin etuja ja haasteita. Virtualisoinnin eri osa-alueista opinnäytetyön aikana hyödynnettiin palvelin-, verkko- ja tallennusvirtualisointia.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa esiteltiin kaksi kilpailevaa virtualisointijärjestelmää: Microsoft Hyper-V 2012 ja VMware vSphere. Järjestelmien välillä tehtiin yleinen vertailu seuraavin kriteerein: lisensointi, korkea käytettävyys ja palautuminen vikatilanteista, tallennusratkaisut ja käyttöjärjestelmät. Vertailun kriteereillä järjestelmät olivat ominaisuuksiltaan hyvin lähellä toisiaan, mikä osaltaan korosti Hyper-V:n lisensoinnin tuomaa kustannusetua Windows-palvelimia virtualisoidessa.</p> <p>Opinnäytetyön teknisessä osiossa luotiin onnistuneesti neljän palvelimen laajuinen Hyper-V 2012 -virtualisointialusta. Opinnäytetyön tekninen vaihe sisälsi virtualisointialustan laitteiden ja ohjelmistojen läpikäymisen, alustan rakenteen kuvaamisen sekä alustan kaikkien osien konfiguroinnit luotavaa Hyper-V 2012 -klusteria varten. Luotu virtualisointialusta toimii jatkokehityksen pohjana ja sitä kehitetään toimeksiantajayrityksen tarpeiden mukaan haluttuun suuntaan.</p>	
<b>Asiasanat</b> Virtualisointi, Hyper-V, VMware, palveluntarjoaja, pilvipalvelu	

Degree Programme in Information Technology

<b>Author</b> Henri Sukki	<b>Group or year of entry</b> 2010
<b>The title of thesis</b> Creating a virtualization platform for an IT services provider	<b>Number of pages and appendices</b> 47 + 2
<b>Supervisor</b> Olavi Korhonen	
<p>In recent years, the virtualization market has seen some substantial changes. By releasing the Hyper-V 2012 virtualization platform, Microsoft has finally been able to challenge the industry leading virtualization solutions developed by VMware. This thesis was assigned by an IT company with the intention to investigate the features, benefits and possible drawbacks of the Microsoft Hyper-V 2012 virtualization platform when comparing it to the similar currently widely used products by VMware.</p> <p>In the field of computer technology, virtualization can be defined as taking a single physical resource and dividing it to smaller logical resources, e.g. making one physical server to operate as if it were multiple servers. Virtualization can be divided into multiple different fields on the basis of the to-be-virtualized physical resources. These fields include server, storage, network, desktop, application and operating system-level virtualization. Benefits and challenges of utilizing virtualization were presented in the theoretical sections of the thesis. In the technical section, the utilized virtualization fields were server, network and storage virtualization.</p> <p>In addition to the general presentation of virtualization, two competing virtualization products were presented: Microsoft Hyper-V 2012 and VMware vSphere. This section also included a general comparison of these products. The different fields in the comparison included licensing, scaling, high availability and disaster recovery, storage solutions and operating systems. The features of the compared products were similar in the scaling, high availability and disaster recovery, storage solutions and operating systems fields which further highlighted the relative low cost of Hyper-V licensing when virtualizing Windows-based servers.</p> <p>A Hyper-V 2012 virtualization platform composed of four servers was successfully built in the technical section of this thesis. This section included the necessary information about the devices and programs used in the platform. Furthermore, they were all configured to work as a single Hyper-V 2012 cluster. When the project is finished, the platform will be used as the base of follow-up projects.</p>	
<b>Key words</b> Virtualization, Hyper-V, VMware, service provider, cloud	

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
1.1	Tavoitteet.....	1
1.2	Menetelmät.....	2
1.3	Käsitteet.....	3
2	Virtualisointi.....	5
2.1	Virtualisoinnin osa-alueet.....	5
2.2	Virtualisoinnin edut ja haasteet .....	6
3	Virtualisointijärjestelmät.....	9
3.1	Microsoft Hyper-V.....	9
3.2	VMware vSphere .....	11
3.3	Virtualisointijärjestelmien ominaisuuksien vertailu.....	11
3.3.1	Lisensointi .....	12
3.3.2	Skaalautuvuus.....	14
3.3.3	Korkea käytettävyys ja palautuminen vikatilanteissa .....	14
3.3.4	Tallennusratkaisut.....	15
3.3.5	Käyttöjärjestelmät.....	16
4	Hyper-V 2012 -virtualisointialusta .....	18
4.1	Laitteisto .....	18
4.2	Ohjelmistot .....	19
4.3	Hyper-V -alustan rakenne .....	20
4.4	Alustan asentaminen .....	20
4.4.1	Dell R710 -palvelimet .....	21
4.4.2	Brocade 5000 -kuitukytkimet.....	23
4.4.3	EMC CLARiiON CX3-20C -levyjärjestelmä.....	27
4.4.4	Klusteri.....	33
5	Tulokset ja yhteenveto.....	42
5.1	Virtualisointijärjestelmät - edut ja käyttöönoton haasteet.....	42
5.2	Luotu Hyper-V 2012 -virtualisointialusta .....	44
5.3	Kehityskohteet jatkoprojekteissa.....	44
5.4	Henkilökohtaiset oppimiskokemukset .....	46

Lähteet.....	48
Liitteet.....	51

# 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön taustalla on toimeksiantajan (BLC Protie Oy) yhden pääliiketoiminta-alueen kehittäminen ja konkreettisen kokemuksen hankkiminen projektissa käytettävistä virtualisointiohjelmistoista ja niihin liittyvistä toimintamalleista. Opinnäytetyö on produktiivinen eli toiminnallinen ja sen valmistuttua toimeksiantajalla on olemassa toimiva Microsoft Hyper-V 2012 R2 -virtualisointialusta, jota voidaan jatkoprojekteissa kehittää haluttuun suuntaan ja samalla tutkia järjestelmän soveltuvuutta vaativaan virtualisointikäyttöön verrattuna tällä hetkellä käytössä oleviin VMwaren virtualisointituotteisiin. Kun kattava kuva Microsoftin kehittämän järjestelmän toiminnasta on saatu, kykenee toimeksiantaja tulevaisuudessa markkinoiden kehityksessä vastaamaan entistä paremmin asiakkaidensa tarpeisiin.

Opinnäytetyön teknisessä osassa suunnitellaan ja luodaan Microsoftin Hyper-V 2012 -järjestelmää hyväksikäyttäen virtualisointialusta, jotta sen toimivuutta, siihen lisättyjen palvelujen provisointia ja hallintatyökalujen toimivuutta voidaan tutkia kattavasti sekä verrata jo olemassa oleviin ratkaisuihin. Jos opinnäytetyön ja sen myötä jatkoprojektien lopputuloksena syntyneet kokemukset ovat positiivisia, voidaan järjestelmää hyödyntää jatkossa mahdollisesti myös kaupallisessa käytössä.

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan hyvin tekninen ja kohdistettu erityisesti lukijoille, joilla on tietotekninen tausta. Tietotekninen koulutus auttaa ymmärtämään opinnäytetyössä käytettäviä tekniikoita, käsitteitä, esiteltyjä järjestelmiä ja luodun virtualisointialustan toteutustapaa.

## 1.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön pääasiallinen tavoite on luoda toimiva Hyper-V -virtuaaliympäristö, jonka toimintoja voidaan käyttää, tutkia ja jatkokehittää, kuten normaalia tuotantojärjestelmää. Tämän ympäristön rakenne ja toiminnot dokumentoidaan toimeksiantajan käytäntöjen mukaisesti. Järjestelmän luonti ja siitä saadut kokemukset dokumentoidaan myös opinnäytetyön osaksi. Rakennettua Hyper-V -ympäristöä tullaan kehittämään eteenpäin jatkoprojekteissa muun muassa lisäämällä palveluun provisiointeja eri Microsoftin palveluille. Opinnäytetyön teknisen vaiheen toteutukseen sisältyvät seuraavat osat: fyysisten laitteiden valmistelu ja kaapelointi, verkkolait-

teiden ja verkon ohjelmalliset määrittymiset, levyjärjestelmän määrittymiset sekä järjestelmän hallinta- ja isäntäpalvelimien määrittymiset.

Kun opinnäytetyön tekninen osa on valmis, voidaan luodun järjestelmän ominaisuuksia ja toimivuutta tutkia palveluntarjoajanäkökulmasta mahdollisimman kattavasti suhteessa kilpailevan ja markkinoita hallitsevan valmistajan vastaaviin tuotteisiin. Vertailtavana tuotteena jatkoprojekteissa on VMwaren vSphere.

Opinnäytetyön tekijä pääsee hyödyntämään opiskelun aikana opittuja tietoja ja taitoja aidossa toimivassa liiketoimintaympäristössä. Uusien järjestelmien ja palveluiden konfigurointi tuotantoympäristössä toimiviksi luovat omat haasteensa, sillä myös toimeksiantajan kokemus Microsoftin uudistuneesta virtualisointiohjelmistosta on vielä tässä vaiheessa suhteellisesti vähäistä.

Jos projektin lopputuloksena päädytään siihen, että nykyiset käytössä olevat kilpailevat järjestelmät toimivat luotua Hyper-V -ympäristöä paremmin, on saadusta kokemuksesta ja todetuista asioista kuitenkin huomattavaa hyötyä toimeksiantajalle tulevaisuutta ajatellen. Järjestelmä ja sen luomat mahdollisuudet sekä ongelmat on näin kertaalleen tutkittu kattavasti ja mahdollisissa asiakastiedusteluissa voidaan ratkaisut perustella myös heille.

## **1.2 Menetelmät**

Opinnäytetyön teoriaosuudessa virtualisointi, sen osa-alueet ja projektissa käytettävät virtualisointijärjestelmät esitellään kirjallisuuslähteisiin pohjautuen. Teoriaosuuden tarkoituksena on auttaa lukijaa ymmärtämään virtualisointi käsitteenä sekä perustella, miksi opinnäytetyössä käytetyt järjestelmät valittiin.

Opinnäytetyön teknisessä vaiheessa luodaan Hyper-V 2012 -virtualisointialusta. Järjestelmän toteutus perustuu lähteistä koottuun pohjatietoon, jonka perusteella järjestelmän rakenne suunnitellaan ja teknisesti toteutetaan. Suunnittelu ja projektin rajausta tehdään yhteistyössä toimeksiantajan yhteyshenkilön kanssa, jotta järjestelmä on valmiina tarkoituksenmukainen.

Toteutuksen aikana hyödynnetään toimeksiantajayrityksen henkilöstön ammattitaitoa osioissa, joista opinnäytetyön tekijällä ei välttämättä kaikkea tarvittavaa tietoa vielä ole. Järjestelmän

suunnittelussa ja asennusta tehdessä merkittävässä valinta- ja ongelmatilanteissa konsultoidaan yrityksen teknistä henkilöstöä valitun toteutustavan järjestyksen takaamiseksi. Toteutuksen kaikki laitteisto- ja ohjelmistokohtaiset vaiheet kuvataan opinnäytetyön teknisessä osiossa.

### 1.3 Käsitteet

Tässä aliluvussa listataan selityksineen raportissa käytetyt oleelliset käsitteet, jotta lukijan on helpompaa ymmärtää lukemaansa.

- CSV (Cluster Shared Volume) – Klusterin jäsenpalvelinten yhteisesti käyttämä tallennustila
- DNS – nimipalvelu, joka muuntaa IP-osoitteita tekstimuotoiseksi osoitteiksi sekä tekstimuotoisia osoitteita IP-osoitteiksi kommunikaation mahdollistamiseksi
- FC (Fibre Channel) – valokuitu, jota käytetään fyysisten laitteiden välisessä tiedonsiirrossa
- Host-palvelin – fyysinen isäntäpalvelin, jolle on asennettu virtualisointijärjestelmä, joka mahdollistaa virtuaalikoneiden asentamisen
- Hyper-V 2012 – Microsoftin Windows Server 2012:n mukana julkaisema virtualisointituote
- Hypervisor – virtualisointijärjestelmän hallintasovellus
- Levyjärjestelmä – järjestelmä, joka mahdollistaa levytilan jakamisen virtualisointijärjestelmälle yhdestä keskitetystä sijainnista
- Live Migration – virtualisointijärjestelmän ominaisuus, jossa virtuaalikone voidaan esimerkiksi ongelmatilanteessa saumattomasti siirtää host-palvelimelta toiselle ilman käyttökatkoksia
- LUN (Logical Unit Number) – Tietty määritetty osa levyjärjestelmän kaikesta levytilasta, jota host-palvelimet pystyvät käyttämään toiminnassaan
- Klusteri – Useammasta host-palvelimesta koostuva yhtenäinen vikasietoinen kokonaisuus
- MPIO – Multipath I/O – muun muassa kuormantasausta tekevä ajuri, joka tarvitaan, jos palvelin ja tallennusratkaisu on liitetty toisiinsa useammalla, kuin yhdellä fyysisellä liitännällä
- Quorum – osio, joka sisältää tietyn klusterin määritetyt toimintamallit ja asetukset mahdollisten vikatilanteiden varalle (Microsoft 2012)
- SAN (Storage Area Network) - verkko tai järjestelmä, joka toimii keskitettynä tallennustilana useille laitteille ja käyttäjille
- SAS (Serial Attached Storage) – levyjärjestelmän käyttämä levytyyppi
- Virtualisointi – toimintatapa, jossa useampi virtuaalinen palvelin tai työasema käyttää isäntäpalvelimensa resursseja toiminnassaan



- VMware vSphere – VMwaren virtualisointituotepaketti, jolla on merkittävä markkina-asema maailmalla
- WWN (World Wide Name) – Valokuitukortin portin yksilöivä nimi

## 2 Virtualisointi

Virtualisoinnilla tarkoitetaan tietotekniikassa toimintatapaa, jossa yksittäinen fyysinen resurssi jaetaan ohjelmallisesti useiksi pienemmiksi loogisiksi resursseiksi (Golden 2009, 3). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että virtualisointiohjelmisto simuloi esimerkiksi useamman yksittäisen palvelimen laitteistoa toimiessaan todellisuudessa yhdellä fyysisellä palvelimella (Finn, Flynn, Lownds & Luscher 2013, 5). Virtuaalipalvelimen käyttäjät, sille asennetut ohjelmistot ja siihen liitetyt muut järjestelmät näkevät palvelimen, kuten se olisi normaali fyysinen palvelin – todellisuudessa palvelimen laitteistoa ei kuitenkaan ole fyysisesti olemassa, vaan kyseessä on ohjelmallinen simulaatio.

### 2.1 Virtualisoinnin osa-alueet

Virtualisointi voidaan jakaa useaan osa-alueeseen virtualisoitavien resurssien mukaisesti. Osa-alueita ovat palvelinvirtualisointi, tallennusvirtualisointi, verkkovirtualisointi, työasemavirtualisointi ja sovellusvirtualisointi. (Golden 2009, 13–21.)

Palvelinvirtualisointi tarkoittaa nimensä mukaisesti palvelimen virtualisointia. Palvelinvirtualisoinnissa loogiset eli virtualisoidut palvelimet käyttävät toiminnassaan niille virtualisointiohjelmiston määrittämiä fyysisen isäntäpalvelimen resursseja. Palvelinvirtualisointi jakautuu kolmeen pienempään pääluokkaan: laitteistoemulointiin, käyttöjärjestelmätason virtualisointiin ja paravirtualisointiin. Laitteistomuloinnissa virtualisointiohjelmistolla eli hypervisorilla on suora yhteys isäntäpalvelimen fyysisiin laitteisiin ja se käskyjä antamalla ohjaa virtuaalikoneiden vieraskäyttöjärjestelmien pääsyä fyysisiin resursseihin. (Golden 2009, 13–14.)

Käyttöjärjestelmätason virtualisoinnilla tarkoitetaan tekniikkaa, jossa isäntäkoneen käyttöjärjestelmä mahdollistaa käyttöjärjestelmälle suunniteltujen ohjelmien ajamisen useammassa erillisessä säilössä tai instanssissa (VMware 2006, 10). Paravirtualisoinnissa virtualisointiohjelmisto ei emuloi fyysistä laitteistoa, vaan ohjaa mahdollisesti useamman eri vieraskäyttöjärjestelmän pääsyä fyysisiin laiteresursseihin (Golden 2009, 15).

Tallennusvirtualisointi mahdollistaa keskitetyn tallennustilan käyttämisen kaikissa verkon tai virtualisointijärjestelmän laitteissa. Keskitetystä sijainnista jaettu tallennustila tuodaan näkyviin

käyttäjille ja järjestelmän laitteille häivyttäen samalla paikallisen loogisen ja keskitetyn fyysisen tallennussijainnin välinen yhteys (Golden 2009, 17). Tässä opinnäytetyössä tallennusvirtualisointia hyödynnetään yhdistämällä isäntäpalvelimet ja virtuaalikoneet ohjelmallisesti suoraan niille fyysiseltä levyjärjestelmältä varattuihin levyosioihin. Näin tallennustilan hallinta tapahtuu keskitetysti vain levyjärjestelmältä, mutta isäntäpalvelimet ja virtuaalikoneet näkevät levytilan, kuten oman normaalin tallennustilansa. Keskitetty tallennustila ja sen hallinta helpottavat osaltaan järjestelmän ylläpitoa.

Virtualisoidut tietoliikenneverkot mahdollistavat verkon uudelleenmäärittelyt lennossa ilman verkkolaitteisiin ja kaapeleihin koskemista. Loogisten verkkojen hallinta ohjelmallisesti on samasta syystä mahdollista etänä esimerkiksi virtualisointijärjestelmän hallintakonsolista, mikä vähentää huomattavasti fyysisten toimenpiteiden tarvetta yritysten konesaleissa. (Golden 2009, 19.)

Työasemavirtualisointi voidaan jakaa kahteen luokkaan. Toisessa näistä luokista kaikki loppukäyttäjät käyttävät esimerkiksi etätyöpöytäyhteyden välityksellä yksittäiselle palvelimelle asennettuja ohjelmistoja ja muita palveluita. Toisessa luokassa kaikki loppukäyttäjän ohjelmistot pyörivät keskitetyllä palvelimella ja tämä sessio vain välitetään kuvayhteydellä verkon yli käyttäjän koneelle. (Golden 19–21.) Merkittävänä etuna työasemavirtualisoinnissa on käyttöjärjestelmän ja ohjelmistojen keskitetty päivitysmahdollisuus ja hallinnointi - muutokset saadaan vietyä yhdellä kertaa kaikille loppukäyttäjille.

Sovellusvirtualisoinnissa sovellukset on asennettu keskitetylle palvelimelle. Käyttäjän avatessa sovelluksen esimerkiksi internetportaalissa, lähettää ohjelmisto palvelimella suoritettavan sovelluksen näkymän kuvayhteydellä käyttäjän päätteelle. Käyttäjille tästä on etuna se, että he voivat tarvittaessa työskennellä normaalisti myös työasemalla, jossa kaikkia tarvittuja sovelluksia ei paikallisesti ole asennettu. Tämä toimintamalli mahdollistaa myös sovellusten keskitetyn hallinnan ja päivitykset (Golden 2009, 21).

## **2.2 Virtualisoinnin edut ja haasteet**

Virtualisoinnin hyödyt verrattuna samojen tarpeiden täyttämiseen käyttäen pelkästään fyysisiä laitteita ovat moninaiset. Yksi suurista virtualisoinnin eduista on olemassa olevan laitteiston te-

hokas hyödyntäminen. Yhdelle fyysiselle palvelimelle asennettujen useiden virtuaalisten palvelimien myötä fyysisen laitteen kaikki kapasiteetti saadaan paremmin hyödynnettyä, eikä laitteen resursseja näin jää käyttämättä. Goldenin (2009, 4) mukaan fyysisten laitteiden käyttöastetta voidaan virtualisoinnilla nostaa 70 – 80 prosenttiin pelkästään fyysisten laitteiden käytön 10 – 15 prosentin käyttöasteesta.

Toinen merkittävä virtualisoinnin hyöty on fyysisten laitteiden tarpeen väheneminen ja samalla palvelinsalien tilantarpeen pieneneminen. Useampi virtuaalinen palvelin voidaan asentaa yksittäiselle fyysiselle palvelimelle, jolloin fyysisiä palvelinlaitteita ei tarvitse jatkuvasti lisätä. Säästetty tila voidaan näin käyttää hyödyksi muille laitteille, jäähdytyskapasiteettia ei tarvitse lisätä, sähkökulut pienenevät eikä palvelinsalia tarvitse jatkuvasti laajentaa (Golden 2009, 4-5). Samalla on kuitenkin muistettava, että virtualisointikäytössä olevan fyysisen laitteiston on oltava riittävän tehokasta, jotta sitä voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Tehovaatimus osaltaan nostaa uusien laitteistoinvestointien kustannuksia. (Golden 2009, 61.)

Virtualisoinnin myötä järjestelmien muutoshallinta, ylläpito ja valvonta helpottuvat. Yritykselle voi tulla äkillinen tarve kokonaan uudelle palvelimelle tai jo olemassa olevan palvelimen resursien lisäämiselle (Golden 2009, 6). Yleisimpien käytössä olevien virtualisointijärjestelmien hallintakonsolien kautta uusi palvelin voidaan luoda nopeasti ilman fyysisiä asennustoimenpiteitä. Hallinta mahdollistaa samalla esimerkiksi tallennustilan lisäämisen lennossa käynnissä oleville palvelimille ilman käyttökatkoksia. Keskitetty hallinta mahdollistaa ylläpitotoimenpiteiden tekemisen ja valvonnan kaikille järjestelmässä oleville virtuaalisille palvelimille ja laitteille yhdellä sovelluksella.

Virtualisointi lisää järjestelmien vikasietoisuutta. Nykyiset virtualisointijärjestelmät mahdollistavat fyysisen isäntäpalvelimen vikatilanteessa virtuaalikoneiden lennossa siirtämisen vioittuneelta isäntäpalvelimelta toimivalle isäntäpalvelimelle ilman loppukäyttäjään vaikuttavia pidempiä käyttökatkoksia. Yksittäisessä virtuaalikoneessa ilmenneessä vikatilanteessa osaavat järjestelmät muun muassa käynnistää välittömästi uuden instanssin käyttökatkokset minimoiden (Golden 2009, 4).

Virtualisointikäytössä olevien fyysisten laitteiden tehovaatimusten ja sen aiheuttamien investointikustannusten lisäksi haasteina ovat myös markkinoilla olevien virtualisointijärjestelmien erilai-

set toimintamallit ja mahdolliset yhteensopivuusongelmat järjestelmien välillä. Järjestelmien toimintamallien eroavaisuus aiheuttaa käytännössä sen, että tiettyä järjestelmää käyttävän yrityksen henkilökunnalla ei välttämättä ole kilpailevista järjestelmistä tarpeellista tietotaitoa. Jos järjestelmästä toiseen halutaan jossain vaiheessa siirtyä, on henkilökunta koulutettava samalla uuteen malliin. Henkilökunnan koulutukseen ei kuitenkaan ratkaise mahdollisia ohjelmallisia yhteensopivuusongelmia järjestelmien välillä – nykyaikaisissa järjestelmissä ongelmat on kuitenkin pyritty valmistajien puolesta minimoimaan mahdollisimman pitkälle.

Virtualisoinnin myötä kasvavana haasteena voidaan pitää myös tietoturvaa. On selvää, että virtualisoitavien palvelimien tietoturvasta on huolehdittava samanlailla, kuin fyysisten palvelinten tietoturvasta. Muut tietoturvariskit liittyvät virtualisoinnin toimintatapaan. Suurta virtuaalipalvelinmäärää hallitseva virtualisointiohjelmisto itsessään on mahdollinen uusi hyökkäyskohde haittaohjelmille ja rikollisille. Jos tunkeutuja pääsee käsiksi virtualisointiohjelmiston hallintakonsoliin, on hänellä kerralla pääsy huomattavasti suurempaan määrään palvelimia, kuin fyysisten palvelinten tapauksessa olisi. Toinen virtualisoinnin toimintatapaan liittyvä huomioitava asia on se, että virtuaaliset palvelimet ovat lopulta vain normaaleita tiedostoja ja levykuvia, joiden siirtäminen luvatta toiseen sijaintiin on huomattavasti helpompaa, kuin fyysisten palvelinten (Microsoft 2009).

### 3 Virtualisointijärjestelmät

Tässä opinnäytetyössä käsiteltävät virtualisointijärjestelmät ovat Microsoftin Hyper-V 2012 ja VMwaren vSphere. On kuitenkin muistettava, että Microsoft ja VMware eivät suinkaan ole ainoita virtualisointimarkkinoiden toimijoita: Amazon, Citrix, Oracle, IBM ja lukuisat muut yritykset tarjoavat omia virtualisointiratkaisujaan asiakkailleen – virtualisoitavat resurssit vaihtelevat palvelimista ja työasemista yksittäisiin sovelluksiin.

Toimeksiantajayrityksessä ylivoimaisesti suurin osa tuotannossa ja asiakaskäytössä olevista virtuaalipalvelimista on toteutettu käyttäen VMwaren virtualisointiratkaisuja. Nykytilanne on pääasiassa seurausta siitä, että VMwarella on vuosien ajan ollut hyvin vahva markkina-asema virtualisointiratkaisuissa ympäri maailmaa. Vahva markkina-asema puolestaan on johtanut siihen, että ratkaisuja käytetään hyvin laajasti erilaisissa asiakasympäristöissä, joten kokemuksia ja tietoa tuotteista on helposti saatavilla sitä tarvitseville tahoille niin toimeksiantajayrityksen sisällä kuin laajemmassakin mittakaavassa. VMwaren järjestelmä on arkikäytössä todettu vuosien aikana toimivaksi, eikä merkittävää tarvetta järjestelmän vaihtamiselle ole tästä syystä muodostunut.

Microsoft ei ole pystynyt vuosien saatossa luomaan yhtä laajalle levittäytyvää virtualisointituotetta, joka pystyisi vakavasti kilpailemaan markkinoilla VMwaren kanssa, vaikka Hyper-V on ollut mukana Windows Server -käyttöjärjestelmissä asennettavana roolina jo vuodesta 2008. Esimerkiksi toimeksiantajayrityksessä vanhempien Hyper-V -versioiden olemassa olo on tiedostettu, mutta tieto ja kokemukset järjestelmän käytöstä verrattuna laajasti tuotantokäytössä olevaan ratkaisuun ovat niin vähäisiä, ettei Hyper-V:n käyttöä ja myymistä asiakkaille ole tähän mennessä laajemmassa mittakaavassa harkittu. Tiedon ja kokemusten vähyys lisäksi Hyper-V:n aiempien versioiden ominaisuuksissa on ollut sellaisia puutteita, jotka ovat osaltaan estäneet järjestelmän laajemman käyttöönoton. Seuraavissa aliluvuissa on tarkemmin esitelty sekä Hyper-V että vSphere.

#### 3.1 Microsoft Hyper-V

Microsoft julkaisi ensimmäisen Hyper-V -virtualisointiohjelmiston päivityksenä Windows Server 2008 -palvelinkäyttöjärjestelmäänsä vuonna 2008 (Microsoft 2010). Uusin versio järjestelmästä on Hyper-V 2012 R2. Hyper-V oli alun perin vain Windows Server -käyttöjärjestelmän

mukana asennettava rooli, mutta nykyään järjestelmä on saatavana myös ilmaisena erillisenä tuotteenaan, jonka viimeisin versio on Hyper-V Server 2012 R2. Erillisen Hyper-V Serverin mukana tulevat vain virtualisointikäytön vaatimat käyttöjärjestelmän osat, eikä se sisällä Windows Server -käyttöjärjestelmän muita rooleja lainkaan. Erillinen Hyper-V Server on toimiva vaihtoehto etenkin tilanteissa, joissa ylimääräisiä rooleja palvelimella ei tarvita, virtualisoitavien palvelimien Windows-lisenssit ovat jo valmiiksi olemassa tai virtualisointikäyttö on sellaista, että Windows-lisenssejä ei käytetä lainkaan (Mayer 2013a).

Hyper-V on tyypiltään natiivi hypervisor, joka toimii suoraan isäntäpalvelimen raudan päällä ja mahdollistaa näin isäntäpalvelimen laitteiden hyödyntämisen, kontrolloinnin ja valvonnan virtualisointikäytössä (Microsoft 2008). Hyper-V:n arkkitehtuuri on seuraavanlainen: järjestelmässä on vähintään yksi emo-osio, jossa hallintapalvelimen käyttöjärjestelmä sijaitsee. Virtualisointijärjestelmä sijaitsee tämän emo-osion sisällä ja sillä on suora pääsy isäntäpalvelimen fyysisiin laitteisiin, mutta se ei sisällä laiteajureita, eikä I/O-pinoa. Emo-osio luo virtualisointikäytössä toisistaan eristettyjä lapsiosioita, joiden sisällä virtuaalikoneiden vieraskäyttöjärjestelmät toimivat. Virtualisointijärjestelmä hallitsee näitä lapsiosioita, niille näytettäviä virtuaalisia laitteita sekä muita niiden toimintoja. (Arunkundram 2008.)

Hyper-V -virtualisointijärjestelmän hallinta on mahdollista useammalla eri työkalulla. Roolina asentuvan Hyper-V:n mukana asentuu Hyper-V Manager -työkalu. Huomattavasti Hyper-V Manageria monipuolisempia hallintatoimenpiteitä on mahdollista tehdä joko klusterihallintaan tarkoitettulla Failover Cluster Managerilla tai erillisellä maksullisella System Center -työkalulla.

System Center mahdollistaa yrityksen paikallisen konesalissa sijaitsevan yksityisen virtualisointijärjestelmän tai -järjestelmien yhdistämisen Microsoftin Azure-pilvipalveluun. Näin luotavan niin sanotun hybridipilvipalvelun etuna on etenkin järjestelmän dynaaminen skaalautuvuus yllättävissä tilanteissa, joissa resursseja tarvitaan nopeasti käyttöön lisää.

### 3.2 VMware vSphere

VMware vSphere on VMwaren viimeisin virtualisointituote, joka sisältää muun muassa yhtiön ESXi hypervisorin. Kuten Hyper-V, myös ESXi on tyypiltään natiivi hypervisor. vSpheren ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 2009 - ennen tätä järjestelmä tunnettiin nimellä VMware Infrastructure. Uusin versio järjestelmästä on raportin kirjoitushetkellä vSphere 5.5.

vSphereen sisältyvä ESX(i) hypervisor toimii omana käyttöjärjestelmänään, eikä vaadi näin al-  
leen muita käyttöjärjestelmiä. Ennen versiota 4.1 VMware ESX sisälsi oman Linux-ytimensä, joka käynnistyessään latsi VMkernel-komponentin. Aiemmin käynnistetystä Linux-ytimestä tuli tällöin järjestelmän ensimmäinen virtuaalikone, joka toimi hallintakonsolina. Version 4.1 myötä VMware on lopettanut ESX:n kehittämisen ja siirtynyt käyttämään ainoastaan ESXi:tä, jossa erillistä Linux-ydintä ei enää ole. ESXi hypervisorissa on oma VMkernel-nimisen taustalla toimiva käyttöjärjestelmä, joka muun muassa käynnistää järjestelmän toiminnan kannalta tarpeelliset prosessit, asentaa järjestelmän hallinta-agentit, asentaa ajurit fyysisille laitteille sekä hallitsee näitä laitteita. Arkkitehtuuriltaan vSpheren hypervisor eroaa esimerkiksi Hyper-V:stä siten, että hypervisor itsessään sisältää VMkernel-käyttöjärjestelmän sekä laiteajurit ja I/O-pinon. (Chaubal 2008.)

vSpheren pääasiallinen hallintakanava on vSphere Client, jolla järjestelmän hallintapaneeliin pääsee yhdistämään suoraan syöttämällä verkko-osoitteen tai hostnimen. Vaihtoehtona graafiselle vSphere Clientin käyttöliittymälle on etäkomentokehote, jolla päästään tarvittaessa tekemään samat toimenpiteet.

vSphere-järjestelmäpaketti sisältää yksityisen pilven rakentamiseen tarvittavat osat. Näiden osien lisäksi järjestelmää on mahdollista käyttää osana hybridipilvijärjestelmää yhdistämällä yrityksen konesalin yksityinen pilvijärjestelmä johonkin tuettuun julkiseen pilvipalveluun vastaavasti, kuin Microsoftin Hyper-V 2012:n ja Azure-pilvipalvelun välinen liitos toimii.

### 3.3 Virtualisointijärjestelmien ominaisuuksien vertailu

Windows Server 2012:n myötä julkaistussa Hyper-V 2012:ssa Microsoft on pyrkinyt parantamaan virtualisointijärjestelmäänsä monilta osin. Uusien ominaisuuksien ja järjestelmän toimivuuden kehittämisen lisäksi nykyisen Hyper-V:n erittäin suuri kilpailuetu on sen lisenssihinnoit-



telu. Esimerkiksi toimeksiantajayrityksessä VMwaren palveluntarjoajakäyttöön tarkoitetut lisenssit maksavat muutama tuhat euroa kuukaudessa (Karhula, T. 23.11.2013). Hyper-V:tä käyttämällä tästä osasta lisenssimaksuja päästäisiin eroon kokonaan, mikä on merkittävänä syynä tämän opinnäytetyön tekemiselle ja selvitystyölle juuri nyt. Seuraavissa aliluvuissa käydään läpi, mitkä ovat suurimmat ja tärkeimmät erot yleisessä virtualisointikäytössä Microsoftin Hyper-V 2012 R2:n ja VMwaren vSphere 5.5:n välillä. Tavoitteena on, että lukijalle välittyy kuvan näiden järjestelmien toimivuudesta ja ominaisuuksista yleisellä tasolla.

Huomioitavaa on, että esimerkiksi internetissä julkisesti jaossa olevat vertailut järjestelmien välillä ovat lähes kaikki joko Microsoftin tai VMwaren vaikutuksen alaisia – useissa tapauksissa vertailu on julkaistu kyseisten yritysten omilla verkkosivuilla tai sen on tehnyt yrityksen jonkin sidosryhmän jäsen. Näkökulmasta riippuen näihin julkaistuihin vertailuihin on siis usein poimittu ne kriteerit, jotka saavat halutun tuotteen näyttämään mahdollisimman hyvältä verrattuna kilpaillevaan tuotteeseen. Seuraavissa aliluvuissa järjestelmiä verrataan yleisellä tasolla menemättä tarkkoihin yksityiskohtiin, joissa näkökulman valinta erityisesti korostuu.

Virtualisointijärjestelmiä voidaan käyttää usealla eri tavalla ja useisiin tarkoituksiin. Siksi myös vaatimukset järjestelmän ominaisuuksille vaihtelevat huomattavasti käyttötarkoituksesta riippuen. Tämän luvun yleisen tason vertailu tehdään seuraavin kriteerein: lisensointi, skaalautuvuus, korkea käytettävyyys ja palautuminen vikatilanteessa, tallennusratkaisut ja käyttöjärjestelmien yhteensopivuus. Nämä kriteerit valittiin yleisvertailuun niiden oleellisuuden vuoksi - kaikki nämä kriteerit ovat oleellisessa osassa virtualisointijärjestelmän toimivuutta arvioidessa ja järjestelmää valitessa. Kaikki vertailut pyritään tekemään Hyper-V 2012 R2 ja VMware vSphere 5.5 -versioiden välillä – tekstissä näistä versioista käytetään lyhyitä muotoja Hyper-V ja vSphere, ellei kyseessä poikkeuksellisesti ole vanhempi versio, jolloin asia ilmoitetaan erikseen.

### **3.3.1 Lisensointi**

Lisenssinnalla tarkoitetaan käyttöoikeuden hankkimista tiettyyn ohjelmistoon. Virtualisointitarkoituksessa lisensointi on merkittävässä asemassa sekä isäntäpalvelimilla että virtuaalikoneissa. Isäntäpalvelimeen asennetun lisenssin tyyppi usein määrittää myös sen, kuinka monta virtuaalikonetta yhdellä lisenssillä pystytään maksimissaan lisensoimaan ennen tarvetta lisälisenssien ostamiselle.

Hyper-V:n suurin kilpailuetu verrattuna kilpaileviin tuotteisiin on sen edullisuus. Hyper-V on Windows Server 2012:ssa mukana tuleva asennettava rooli, jonka voi ottaa käyttöön ilman erillisiä kuluja. Toimeksiantajayrityksellä on jo valmiiksi olemassa suuri määrä Windows Server 2012 R2 Datacenter -lisenssejä, jotka mahdollistavat rajattoman määrän virtuaalikoneita palvelimilla, joissa on kaksi fyysistä prosessoria. Virtuaalikoneiden ja klusterin laajempaa hallintaa varten tarvitaan kuitenkin System Center 2012 R2, joka muodostaa lisäkustannuksia. VSpheressä jokaista palvelimen fyysistä prosessoria kohden tulee ostaa oma lisenssinsä, jonka lisäksi tarvitaan vielä vähintään yksi vCenter Server -lisenssi. (Mayer 2013b.) Kun käytössä on suuri määrä virtuaalikoneita sekä niiden alustana toimivia host-palvelimia, myös lisenssimaksut näin moninkertaistuvat. Nämä lisenssimaksut ovat pääasiallinen syy, miksi Hyper-V: 2012:n toimivuutta vakavassa virtualisointikäytössä halutaan tällä hetkellä kokeilla toimeksiantajayrityksessä.

Windows Server 2012 sisältää myös rajattoman määrän virtuaalikonekäyttöön tarkoitettuja Windows Server VM -lisenssejä. VSpheressä järjestelmälisenssien lisäksi tulee siis erikseen hankkia Windows-lisenssit virtuaalikoneille, jos niistä on tarkoitus tehdä Windows Server -palvelimia ja lisenssejä ei jo valmiiksi ole olemassa. VSphere sisältää kuitenkin rajoittamattoman määrän SUSE Enterprise -lisenssejä, joten virtualisointijärjestelmän käyttötarkoitus on jälleen oleellinen kysymys järjestelmien sopivuuden määrittelyssä. (Mayer 2013b.)

Palveluntarjoajanäkökulmasta oleellinen lisensointikysymys on myös se, sisältääkö lisenssi Private Cloud -hallintatyökaluja. Private Cloud -ominaisuuksilla tarkoitetaan muun muassa jaettujen resurssien, automatisoinnin ja itsepalveluportaalien käytön mahdollistamista ja hallintaa. System Center 2012 R2 sisältää näiden ominaisuuksien hallintatyökalut. VSpheren tapauksessa puolestaan on ostettava erikseen VMwaren vCloud Suite -ohjelmistopaketti.

Lisensointi on näin ollen vahvasti sidoksissa virtualisointijärjestelmän käyttötarkoitukseen ja siihen, halutaanko virtuaalikoneille asentaa Windows Server -käyttöjärjestelmiä vai ei. Lisensointikustannukset vaihtelevat huomattavasti riippuen näistä tekijöistä. Toimeksiantajayrityksen asiakkaiden palvelimista huomattavan suuri osa on nimenomaan Windows-palvelimia.

### 3.3.2 Skaalautuvuus

Skaalautuvuudella tarkoitetaan virtualisoinnissa sitä, kuinka paljon isäntäpalvelimia, virtuaalikoneita ja muita järjestelmiä yksittäisessä ympäristössä on mahdollista olla. Skaalautuvuus kuvaa siis järjestelmän maksimilaajuutta. Tarkemmin määriteltynä virtualisointijärjestelmän skaalautuvuus määrittää muun muassa, kuinka monta virtuaalikonetta yksittäisellä isäntäpalvelimella voi olla, kuinka paljon muistia isäntäpalvelin voi sisältää ja kuinka monta loogista prosessoria isäntäpalvelimella on mahdollista olla.

Hyper-V:n ja vSpheren skaalautuvuuserot tulevat esiin pääasiassa vasta, kun virtualisointijärjestelmien kokokin kasvaa huomattavan suureksi. Loogisten prosessorien määrä molemmissa järjestelmissä on 320 prosessoria/isäntäpalvelin. Kumpikin järjestelmä tukee maksimissaan 4 TB muistia ja yksittäiselle virtuaalikoneelle voidaan molemmissa järjestelmissä määrittää maksimissaan 64 virtuaaliprosessoria. (Mayer 2013b.)

Suurimmat erot järjestelmien välillä ovat seuraavat: aktiivisten virtuaalikoneiden määrä isäntäpalvelimella, isäntäpalvelimien kokonaismäärä klusterissa ja virtuaalikoneiden kokonaismäärä klusterissa. Hyper-V tukee 1024:ää aktiivista virtuaalikonetta yksittäisellä isäntäpalvelimella, joka on tuplamäärä vSpheren 512:ta verrattuna. Hyper-V tukee 64:ää fyysistä isäntäpalvelinta klusterissa verrattuna vSpheren 32:een. Myös klusterin virtuaalikoneiden kokonaismäärässä Hyper-V tukee kaksinkertaista määrää eli 8000 konetta verrattuna vSpheren 4000 koneeseen. (Mayer 2013b.)

Näissä mainituissa kone- ja resurssimäärissä tulee ottaa huomioon se, että maksimimäärät eivät mahdollisesti tule vastaan, kuin suurimmilla virtualisointipalveluntarjoajilla – jos niilläkään. Reaalimaailmassa mainitut erot eivät pienemmillä toimijoilla täten ole yhtä oleellisia, joten kumminkin järjestelmän skaalautuvuus riittää hyvin pitkälle.

### 3.3.3 Korkea käytettävyys ja palautuminen vikatilanteissa

Korkealla käytettävyydellä tarkoitetaan virtualisoinnissa siten toteutettua ratkaisua, että virtualisointialustalla käynnissä oleviin virtuaalikoneisiin ei tule merkittäviä käyttökatkoksia edes mahdollisesti ilmenevien vikatilanteiden aikana. Korkea käytettävyys on näin ollen erittäin tärkeä

ominaisuus esimerkiksi asiakkaan liiketoimintakriittisissä – yleensä myös virtualisoiduissa – palvelimissa ja sovelluksissa.

Yksi korkean käytettävyyden tärkeistä kysymyksistä on, miten ja kuinka nopeasti vikatilanteen ilmetessä virtuaalikone pystytään siirtämään automaattisesti isäntäpalvelimelta toiselle siten, ettei tapahtuma oleellisesti näy loppukäyttäjän palveluissa. Sekä Hyper-V että vSphere tukevat Live Migration -ominaisuutta, jolla käynnissä olevia virtuaalikoneita pystytään näin siirtämään. Live Migrationin ominaisuudet ovat hyvin pitkälti samat kummassakin järjestelmässä. Ero järjestelmien välille syntyy siinä, että vSpheren Live Migration ei toimi Windowsin Failover Clustering -ominaisuudella luoduissa virtuaalikoneissa. (Mayer 2013b.)

Molemmat järjestelmät tukevat virtuaalikoneiden automaattista kuormantasausta isäntäpalvelimien välillä – rajoittavana tekijänä vSpheren tapauksessa on jälleen Microsoftin Failover Clusteringilla luodut virtuaalikoneet, joissa kuormantasausta ei toimi. Kummatkin järjestelmät osaavat tarvittaessa myös priorisoida virtuaalikoneiden siirtämisen ja käynnistämisen vikatilanteissa niiden kriittisyyden perusteella. (Mayer 2013b.)

### **3.3.4 Tallennusratkaisut**

Tallennusratkaisuilla tarkoitetaan tallennusjärjestelmiä ja -protokollia, joita virtualisointialusta kykenee käyttämään toiminnassaan. Määrällisesti Hyper-V tukee maksimissaan 64 TB kokoista virtuaalista kiintolevyä, vSphere puolestaan 62 TB kokoista levyä, joten järjestelmät ovat tältä kannalta jälleen hyvin lähellä toisiaan. (Mayer 2013b.) Todellisuudessa näin isoa yksittäistä virtuaalitallennustilaa tuskin monessakaan käyttötarkoituksessa kuitenkaan tarvitaan.

Virtualisointijärjestelmän tallennusjärjestelmissä hyvin oleellinen asia on myös se, miten levytilaa voidaan tarvittaessa lisätä tai jakaa lennossa ilman käynnissä olevien virtuaalikoneiden alasajoa ja niillä käynnissä olevien palveluiden keskeytymistä. Myös tässä suhteessa järjestelmät ovat hyvin lähellä toisiaan eli kummassakin voidaan lennossa lisätä tallennustilaa käynnissä oleville koneille ja olemassa olevia osioita voidaan laajentaa sekä tarvittaessa myös kutistaa. (Mayer 2013b.)

### 3.3.5 Käyttöjärjestelmät

Käyttöjärjestelmillä tarkoitetaan tässä aliluvussa sekä isäntäpalvelimien käyttöjärjestelmää että virtuaalikoneille asennettavia vieraskäyttöjärjestelmiä. Hyper-V:n ja vSpheren välillä on virtualisointialustan isäntäpalvelimien mahdollisissa käyttöjärjestelmissä perustavanlaatuinen ero. Hyper-V vaatii allensa joko Windows Server 2012- tai ilmaisen Hyper-V Server 2012 - käyttöjärjestelmän, sillä se on näiden palvelinkäyttöjärjestelmien mukana tuleva asennettava rooli. VSphere sisältää oman VMkernel-käyttöjärjestelmänsä, eikä näin tarvitse toista käyttöjärjestelmää allensa. Jos virtualisointialustan käyttöönottaja ei halua asentaa erikseen ensin käyttöjärjestelmää isäntäpalvelimelle, mahdollistaa vSphere näin toimimisen.

Tuetuilla vieraskäyttöjärjestelmillä tarkoitetaan käyttöjärjestelmiä, jotka virtualisointijärjestelmään asennettuihin virtuaalikoneisiin voidaan asentaa ja joita sekä virtualisointialustan kehittäjä että käyttöjärjestelmän kehittäjä tukevat. Tämä tarkoittaa samalla sitä, että tuettujen käyttöjärjestelmien ulkopuoliset käyttöjärjestelmät voivat toimia asennettuna virtualisointialustalle, mutta niiden toimivuudesta ei ole täyttä varmuutta, eikä niille tarjota tukea. Huomioitavaa on myös se, että vertailussa käydään läpi yleisimmät yritysmaailmassa käytettävät käyttöjärjestelmät, jolloin myös vertailun ulkopuolelle jää huomattava määrä vähemmän käytettyjä käyttöjärjestelmiä. (Mayer 2013b.) Toimeksiantajayrityksen kannalta oleelliset vieraskäyttöjärjestelmät ovat Windows Serverin eri versiot sekä Linux-käyttöjärjestelmät, joita asiakkailta saatetaan olla käytössä omissa ympäristöissään.

Sekä Hyper-V että vSphere tukevat lähes kaikkia nykyään käytössä olevia Windows Server -versioita. Yrityskäytön kannalta suurin ero on Windows Small Business Server 2011 -tuessa, sillä vSpheressä ei tätä käyttöjärjestelmää tueta lainkaan. (Mayer 2013b.) Toimeksiantajayrityksen joillain pienillä asiakkailta on vielä käytössään Windows SBS 2011 palvelimillaan, joten Hyper-V:n laajemmasta tuesta olisi tässä tapauksessa etua.

Molemmat virtualisointialustat tukevat huomattavaa määrää Linux-käyttöjärjestelmiä. Mayerin (2013b) mukaan molemmat alustat tukevat mm. Red Hat Enterprisen, CentOS:n, SUSE:n, Ubuntun ja Oracle Linuxin useampia eri versioita. VMware tukee oman dokumentaationsa mukaan näiden lisäksi myös muun muassa FreeBSD:tä, Asianuxia ja Mandrivaa (VMware 2014, 7-76). VMwaren vSpheren Linux-tuki on näin ollen Hyper-V:tä laajempi, joten laajaa Linux-

yhteensopivuutta tarvitsevan yrityksen kannalta se on mahdollisesti parempi valinta virtualisointialustaksi.

Hyper-V:n käyttöjärjestelmä tuki loppuu Windows- ja Linux-käyttöjärjestelmiin. VSphere puolestaan tukee lisäksi muun muassa Mac OS X- ja Sun Solaris 10 -käyttöjärjestelmiä. Mac OS X:n kohdalla ongelmaksi kuitenkin mahdollisesti tulee lakitekniset asiat, sillä Apple kieltää käyttöehtojensa mukaisesti Mac OS X:n asentamisen muille, kuin Applen valmistamille laitteille. Oracle ei tue Sun Solarista asennettuna VMwaren virtualisointituotteille muuten, kuin itse käyttöjärjestelmän tunnettujen ongelmien tapauksessa. (Mayer 2013b.) VSpheren tuki on siis muissa, kuin Windows- ja Linux-käyttöjärjestelmissä laajempaa, kuin Hyper-V:n.

Käytetyimpien käyttöjärjestelmien tuki kummankin alustan vieraskäyttöjärjestelminä on niin laaja, että vertailu on reaali maailmassa lopputulokseltaan hyvin tasainen. Virtualisointialustoja vertaillen tärkeäksi valintakriteeriksi nousee näin se, mitä yhteensopivuutta virtualisointijärjestelmän käyttöönottaja alustaltaan tarvitsee ja mihin tarkoitukseen alustaa käytetään. Jos alustan virtuaalikoneilla on tarkoitus käyttää esimerkiksi vain yleisimpiä Windows-käyttöjärjestelmiä, soveltuu kumpikin alusta tueltaan hyvin tähän tarkoitukseen – ominaisuuserot käyttötarkoituksen mukaan ja lisenssihinnoittelu ovat tällöin tekijät, jotka muodostavat suurimmat erot kahden järjestelmän välillä.

## 4 Hyper-V 2012 -virtualisointialusta

Opinnäytetyön teknisessä vaiheessa luodaan yhteensä neljän palvelimen laajuinen Hyper-V -ympäristö. Ympäristön tarkempi rakenne kaapelointineen on esitetty graafisesti tämän raportin liitteenä 1. olevassa kaaviokuvassa. Ympäristön palvelinten roolit jakautuvat siten, että yksi palvelimista, eli kaaviokuvan HVSCCM, toimii ympäristön hallintapalvelimena ja kolme muuta, eli HVHOST1, HVHOST2 ja HVHOST3, toimivat host- eli isäntäpalveliminä luotavan klusterin virtuaalikoneille.

Palvelinten lisäksi järjestelmässä on tiedonsiirtoa varten käytössä kaksi valokuitukytkintä, jotka ovat kaaviokuvassa nimetty SANSW1:ksi ja SANSW2:ksi sekä keskiteettynä tallennustilana toimiva EMC:n valokuitulevyjärjestelmä. Tässä pääluvussa käydään läpi tarkemmin nämä käytettävät laitteistot, ohjelmistot sekä itse ympäristön rakenne ja asentamisvaiheet. Alustan kaikkien laitteiden verkko-osoitteet ovat taulukoituna raportin liitteessä 2.

Nyt luotava virtualisointialusta on tarkoitettu pääasiassa valmistelevalle vaiheeksi jatkoprojekteille, joissa järjestelmälle tehdään muun muassa loput tuotantoympäristön mukaiset määrittelyt, tutkitaan korkean käytettävyyden mahdollistavien ominaisuuksien toimivuutta ja selvitetään, kuinka järjestelmän palautuminen vikatilanteissa todellisuudessa toimii.

### 4.1 Laitteisto

Hallinta- ja isäntäpalveliminä ympäristössä käytetään neljää Dell R710 -räkkipalvelinta, jotka ovat ominaisuuksiltaan pitkälti identtisiä. Osassa näistä palvelimista on tarkoituksella pieniä eroja prosessorien ja muistimäärien välillä, jotta jatkossa saadaan selvitettyä, onnistuuko virtuaalikoneiden siirtäminen isäntäpalvelimelta toiselle saumattomasti riippumatta mainitusta laitteistoerosta. Tuotantoympäristössä olisi suositeltua, että kaikki käytettävät palvelimet ovat laitteistoltaan identtisiä, jotta esimerkiksi vikatilanteiden vuoksi käynnistetyt migraatiot palvelimelta toiselle varmasti onnistuvat jokaisessa tilanteessa.

Tiedonsiirtoväylänä järjestelmän sisällä, eli palvelinten ja levyjärjestelmän välillä, käytetään valokuituyhteyksiä. Kaikki fyysiset laitteet yhdistetään toisiinsa kahdella Brocade 5000 -kuitukytkimellä. Näiden kytkimien, palvelinten ja levyjärjestelmän kuitulinkkien nopeus järjes-

telmässä on 4 GB/s. Kaikki neljä palvelinta sekä levyjärjestelmä kytketään kiinni molempiin kuitukytkeisiin vikasietoisuuden parantamiseksi.

Levyjärjestelmänä käytetään EMC:n CLARiON CX3-20C -kuitulevyjärjestelmää. Järjestelmässä on levytilaa neljä täyttä levyhyllyllistä ja levyjen koot vaihtelevat 500 GB ja 320 GB välillä – pyörimisnopeudeltaan kaikki levyt ovat 7200rpm. Kullakin levyhyllyllä on noin kymmenen SAS-levyä, joista käyttöön otettavat asetetaan RAID1/0-tilaan mahdollisimman hyvän suorituskyvyn ja varmistuksen takaamiseksi. Levyjärjestelmään kuuluvat itse levyhylly-yksikön lisäksi myös järjestelmän hallintayksikkö ja kaksi varavirtalähdettä. Järjestelmä liitetään kuitukytkeisiin hallintayksikön kuituporttien kautta.

Palvelimien lähi- ja ulkoverkkoyhteyksiä varten käytössä on lisäksi neljä porttia Ciscon tuotantoverkossa olevasta ethernet-kytkimestä. Nämä yhteydet mahdollistavat pääsyn palvelimille verkkoyhteyden yli yrityksen lähiverkosta sekä tarvittaessa pääsyn internetiin.

## **4.2 Ohjelmistot**

Palvelinten käyttöjärjestelmänä käytetään Windows Server 2012 R2 Datacenteriä. Datacenter-lisenssin käyttäminen isäntäpalvelimissa mahdollistaa ohjelmallisesti rajattoman virtuaalikonemäärän isäntäpalvelimilla, joissa on enintään kaksi fyysistä prosessoria (Microsoft 2013a, 2). Rajoittamattoman virtuaalikonemäärän tarpeellisuus korostuu etenkin, jos jatkossa ympäristöä halutaan käyttää laajasti myös tuotannossa. Host-palvelimille asennetaan käyttöjärjestelmän lisäksi vain Hyper-V -rooli sekä levyjärjestelmä- ja kuitukorttivalmistajan tarpeelliset ajurit, jotta laitteet saadaan keskustelemaan keskenään oikein. Hallintapalvelimelle asennetaan Hyper-V:n ja ajureiden lisäksi myös toimialueen hallintaan liittyvät palvelut.

Virtualisointiympäristön hallintapalvelimen ei best practices -ohjeistuksen mukaisesti tulisi toimia samalla Domain Controllerina tai huomattavia resursseja vaativissa muissa rooleissa. Tämän projektin testiympäristössä näin kuitenkin toimitaan ympäristön yksinkertaistamiseksi. SQL Server 2012 R2 on hallintapalvelimella asennettuna, sillä esimerkiksi System Centerin eri toiminnot ja tulevaisuudessa ympäristön mahdollinen liittäminen Microsoftin Azureen vaativat SQL-tietokannan toimiakseen.



Kuitukytkimen ja levyjärjestelmän hallintaa varten ei erikseen tarvita ohjelmistoa, sillä näiden laitteiden hallinta tapahtuu internetselaimen kautta valmistajien Java-pohjaisilla sovelluksilla. Hallintapalvelimelle on asennettuna Java, jotta kytkimiä ja levyjärjestelmää pystytään hallitsemaan suoraan palvelimelta käsin.

### **4.3 Hyper-V -alustan rakenne**

Fyysisesti alusta koostuu neljästä Dell R710-palvelimesta, jotka on nimetty seuraavasti: HVSCCM, HVHOST1, HVHOST2 ja HVHOST3. Näistä HVSCCM on koko alustan ja samalla luodun toimialueen hallintapalvelin, jolle on asennettu virtualisointialustan hallintaroolien lisäksi muun muassa Active Directory-, DNS-, Failover Cluster- ja levyjärjestelmän hallintaan liittyvät palvelut ja ohjelmistot. HVHOST-palvelimet toimivat nimensä mukaisesti fyysisinä isäntäpalveliminä niille asennetuille virtuaalikoneille.

Kaikki palvelimet on kytketty kumpaankin käytössä olevaan kuitukytkimeen kahdennusperiaatteen mukaisesti. Kahdentamisella varmistetaan ympäristön toimivuus, vaikka yksi kunkin palvelimen valokuituyhteyksistä jostain syystä vioittuisi ja lopettaisi toimintansa. Tämä kaapelointirakenne on kuvattu tarkemmin raportin liitteessä 1.

Alustan host-palvelimet ja niille asennetut virtuaalikoneet käyttävät kaikissa toiminnoissaan EMC:n levyjärjestelmältä niille jaettua levytilaa. Kunkin palvelimen omalle levytilalle on asennettu vain Windows Server 2012 -käyttöjärjestelmä ja sen sisältämät virtualisointijärjestelmän kannalta tarpeelliset roolit ja ominaisuudet.

### **4.4 Alustan asentaminen**

Tässä luvussa käydään läpi alustan rakentamisen päävaiheet. Vaiheet on jaettu laitteistoittain alilukuihin selkeyden vuoksi. Kolmessa ensimmäisessä aliluvussa käydään läpi kunkin järjestelmän osan omalta osaltaan toimivaksi asentaminen. Viimeisessä aliluvussa 2.4.4 käydään tarkemmin läpi, miten palvelimet, kuitukytkimet ja levyjärjestelmä saadaan keskustelemaan keskenään ja toimimaan yhtenäisesti haluttuna kokonaisuutena – eli klusterina.

#### 4.4.1 Dell R710 -palvelimet

Käytettävien palvelimien asentaminen aloitettiin varmistamalla, että kaikissa palvelimissa on riittävät resurssit virtualisointikäyttöön. Kaikki host-palvelimet sisältävät 100 – 120 Gb DDR3-muistia ja kaksi Intel Xeon E5630 2,53 GHz -neliydinprosessoria. Nämä resurssit ovat oleelliset, sillä isäntäpalvelimille asennetut virtuaalikoneet ja niiden maksimimäärä ovat riippuvaisia isäntäpalvelimen muistin ja prosessoriytimien määrästä (Posey 2013). Kaikissa palvelimissa on asennettuna myös 4-porttinen ethernet-verkkokortti sekä kaksiporttinen kuituverkkokortti.

Fyysisten valmisteluiden jälkeen aloitettiin palvelinten ohjelmallinen asentaminen. Windows Server 2012 R2 Datacenterin asennusta ei käydä tässä raportissa tarkemmin läpi - käyttöjärjestelmän asennuksessa huomioitavaa kuitenkin on, että palvelimille annettiin jo tässä vaiheessa niiden lopulliset nimet: HVSCCM, HVHOST1, HVHOST2 ja HVHOST3. Käyttöjärjestelmän asennuksen jälkeen palvelimille määritettiin ensin verkkoasetukset suunnitelman mukaisesti. Hallintapalvelimen ensimmäisen lähiverkkoportin kiinteäksi osoitteeksi määritettiin IP-osoite 10.220.111.10, aliverkkoon peitteeksi asetettiin 255.255.255.0. Host-palvelimet asetettiin vastaavasti samaan lähiverkkoalueeseen ja ne saivat osoitteet 10.220.111.11, 10.220.111.12 ja 10.220.111.13. Lähiverkkoyhteyttä käytetään toimialueen ja klusterin normaaleihin toimintoihin sekä palvelimien etähallintaan RDP-yhteydellä. Lähiverkkoyhteyksien määrittelyn jälkeen jokaiselle palvelimelle asennettiin vielä QLogicin valokuitukortin ajuripaketti ja komentokehote, jotta kuitukortit toimivat oikein.

Verkkoasetusten jälkeen hallintapalvelimelle asennettiin AD DS -rooli. Asennus tapahtuu Server Managerin Add Roles and Features -valinnalla, joka käynnistää oman asennusvelhonsa. Asennuksessa valittiin Role-based or feature-based installation, sillä rooli haluttiin asentaa paikalliselle HVSCCM-palvelimelle – näin myös valittiin seuraavassa osiossa, jossa määritetään palvelin, jolle asennus tehdään. Asennusvelho valitsee muut roolin tarvitsemat ominaisuudet itsestään, joten asennus suoritettiin loppuun oletusasetuksilla.

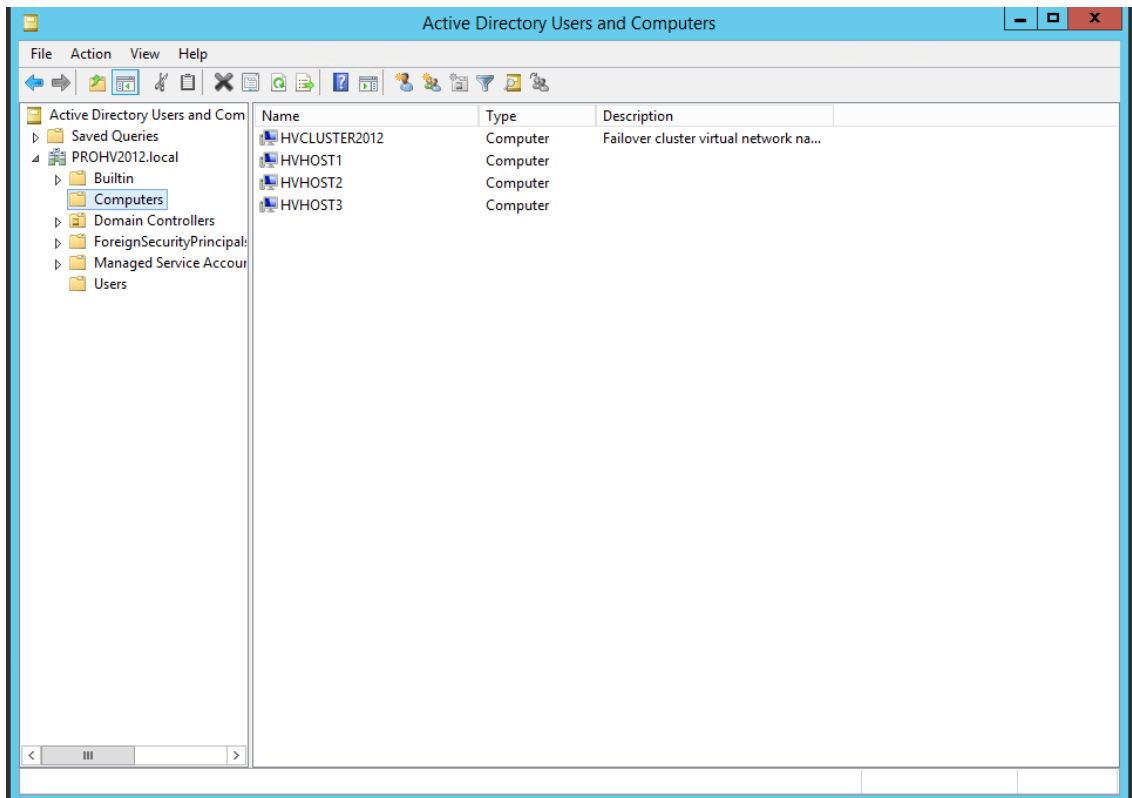
Palvelimen uudelleenkäynnistymisen jälkeen seuraavassa vaiheessa HVSCCM-palvelimesta tehtiin toimialueen hallintapalvelin. Hallintapalvelin määritetään Server Managerista valinnalla Promote this server to a domain controller. Valinta käynnistää oman asennusvelhonsa. Ympäristöä varten haluttiin luoda kokonaan uusi toimialue, joten seuraavaksi valittiin Add a new fo-

rest ja toimialueelle annettiin nimeksi PROHV2012.local. Forest Functional Level- ja Domain Functional Level -valintoihin määritettiin seuraavassa osiossa Windows Server 2012 R2. Toimialueen hallintapalvelin asetettiin samalla välilehdellä toimimaan toimialueen DNS-palvelimena. Lopuksi asetettiin vielä DSRM-salasana, jota tarvitaan lähinnä AD-rooliin liittyvissä ongelmatilanteissa. Seuraavilla välilehdillä tarkistettiin, että oletusasetukset ovat oikein ja ajettiin ennakoedellytystarkistus, jonka jälkeen asennusvelho määritteli HVSCCM-palvelimen toimialueen hallintapalvelimeksi. Määrittelyn jälkeen toimialueen hallintatyökalut ovat palvelimella käytettävissä Server Managerin Tools-valikon kautta.

Seuraavaksi palvelimelle asennettiin Failover Clustering -ominaisuus klusterin hallintaa varten. Asennus tapahtuu jälleen Server Managerin Add Roles and Features -asennusvelholla. Asennussijainniksi määritettiin paikallinen HVSCCM-palvelin. Features-välilehdellä listasta valittiin Failover Clustering -ominaisuus. Asennusvelho asensi ominaisuuden loppuun automaattisesti. Kun asennus saatiin valmiiksi, oli Server Managerin Tools-valikossa käytettävissä Failover Cluster Manager -työkalu. Failover Clustering -ominaisuutta ei vielä tässä vaiheessa määritelty toimintaan, sillä muiden tarpeellisten järjestelmien asennusta ja määrittystä ei oltu vielä tehty.

Viimeisenä palvelimelle asennettiin Hyper-V -rooli, johon myös virtuaalikoneet myöhemmin asennetaan. Asennus aloitettiin jälleen Server Managerin Add Roles or Features -valinnalla. Asennusvelhon Roles -välilehdeltä valittiin Hyper-V, jonka mukana asentuvat samalla roolin tarvitsemat muut ominaisuudet. Hyper-V:n virtuaalikoneille ei asennusvelhossa määritelty tässä vaiheessa virtuaalista kytkintä, jonka avulla virtuaalikoneet pääsisivät ulkoverkkoon. Myöskään asennusvelhon tarjoamaa Live Migration -mahdollisuutta ei tässä vaiheessa otettu käyttöön, sillä palvelin on jatkossa osa klusteria, jossa nämä asiat määritellään.

Host-palvelimilla asennusvaiheet olivat lähes samat, kuin hallintapalvelimilla - hallintaominaisuuksia niille ei kuitenkaan asennettu. Jokaiselle isäntäpalvelimelle määritettiin ensin verkkoasetukset suunnitelman mukaisesti. Verkkoasetusten jälkeen host-palvelimille asennettiin Failover Clustering -ominaisuus, sillä kaikki palvelimet ovat jatkossa osa klusteria. Klusteriominaisuuksien asentamisen jälkeen palvelimille asennettiin Hyper-V -rooli samoin asetuksin, kuin hallintapalvelimellekin. Kun asennukset oli tehty, kaikki palvelimet liitettiin hallintapalvelimen määrittelyn yhteydessä luotuun PROHV2012.local-toimialueeseen, joka nähdään kuviossa 1. Tässä aliluvussa mainittujen klusterin osien asennusjärjestys on Finnin (2011, 8-9) suosittama.



Kuvio 1. Luotu toimialue, sen jäsenkoneet eli host-palvelimet ja HVCLUSTER2012-klusteri ADUC-näkymässä

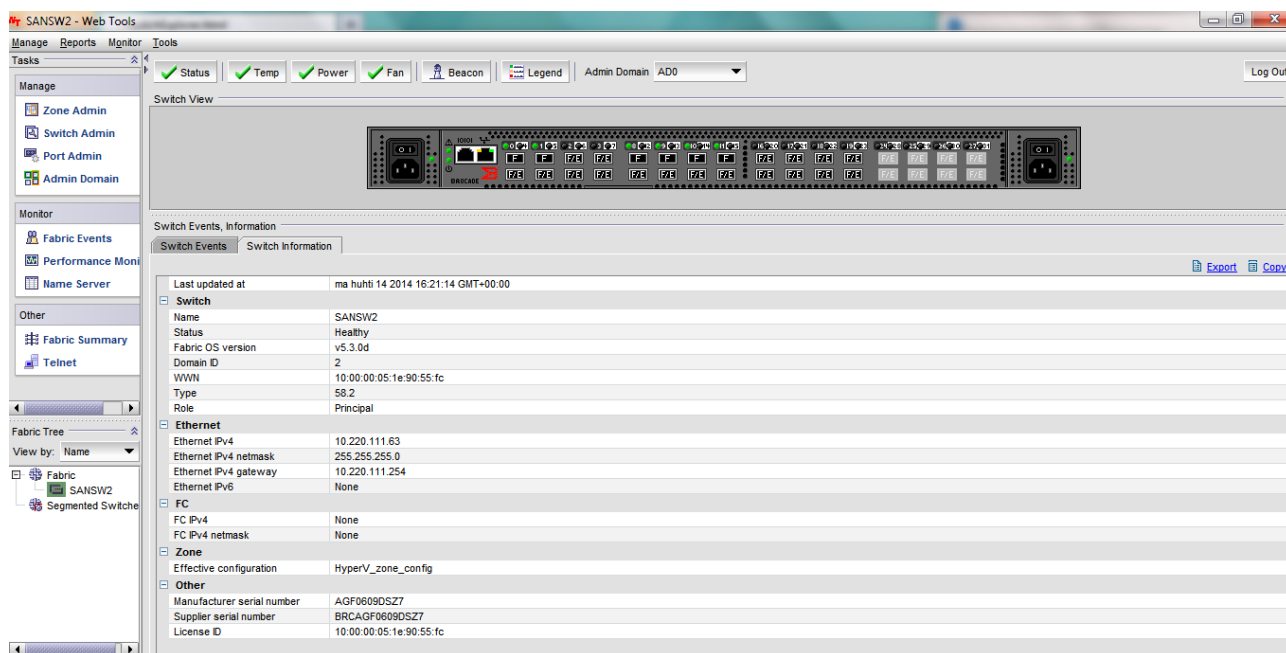
#### 4.4.2 Brocade 5000 -kuitukytkimet

Alustassa käytetyt kaksi Brocade 5000 -kuitukytkintä ovat hyvin oleellinen osa koko virtualisointijärjestelmää, sillä ne mahdollistavat suuret tiedonsiirtonopeudet järjestelmän sisällä. Virtuaalikoneiden koko voi olla kymmenistä satoihin gigatavuja ja näiden siirron tulee tarvittaessa tapahtua mahdollisimman nopeasti ja saumattomasti isäntäpalvelimelta toiselle. Kuituyhteydet ovat tiedonsiirtokapasiteetistaan johtuen hyvin sopivat tähän tarkoitukseen – tosin nykyiset nopeimmat ethernet-siirtokapasiteetit pääsevät samoihin nopeuslukuihin kuituyhteyksien kanssa tai jopa ylittävät ne (IEEE 2013). Toisena perusteluna kuituyhteyksien käyttämiselle projektissa on se, että käytettävä EMC:n levyjärjestelmä on tarkoitettu pääasiassa kuituyhteyksille.

Palvelimet kaapeloitiin kytkimiin siten, että jokaisen palvelimen kuitukortin ensimmäinen portti, eli ensimmäinen WWN, kiinnitettiin ylempään SAN SW1-kytkimeen ja toinen portti, eli toinen WWN, kytkettiin alempaan SAN SW2-kytkimeen. Myös levyjärjestelmä kytkettiin kiinni sekä ylempään että alempaan kytkimeen. Näin varmistettiin, että kaikki fyysiset kaapeloinnit on kahdennettu mahdollisten vikatilanteiden aiheuttamien haittojen minimoimiseksi. Kytkimien hallin-

ta tässä vaiheessa tapahtui kytkemällä verkkokaapeli kiinni kytkimen RJ45-konsoliporttiin ja määrittämällä hallintaan käytettävälle kannettavalle tietokoneelle IP-osoite samasta verkkoalueesta.

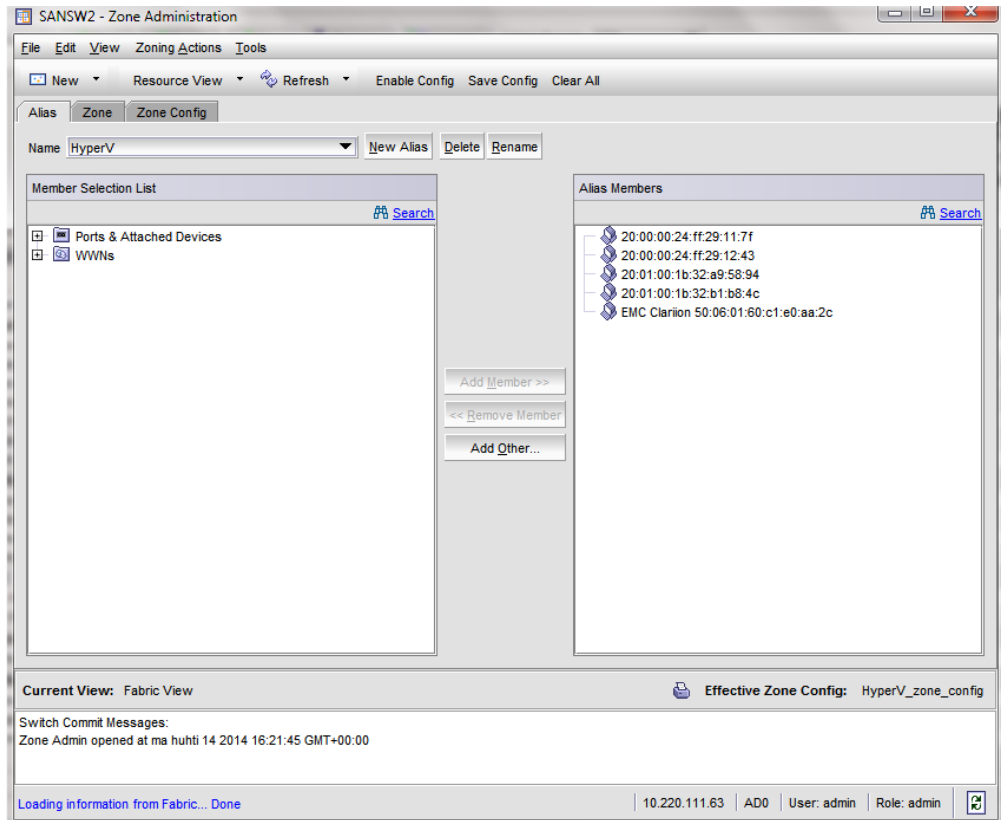
Kuitukytkimiä hallitaan Java-pohjaisella sovelluksella internetselaimessa. Osoiteriville kytkimelle määritetyn IP-osoitteen syöttämällä pääsee selaamaan kytkimen hallintapaneelia. Kytkimien aiemmat IP-osoitteet olivat tiedossa tässä vaiheessa ja ensimmäiseksi ne vaihdettiin osoitteisiin, jotka vastaavat verkkosuunnitelmaa kummankin kytkimen Switch Admin -valikosta. Ylemmälle SANSW1-kytkimelle määritettiin osoitteeksi 10.220.111.62 ja alemmalle SANSW2:lle 10.220.111.63. Kumpikin kytkin käynnistettiin muutosten jälkeen uudelleen, minkä jälkeen niihin yhdistäminen tapahtui määritetyillä uusilla osoitteilla. Kuvion 2. hallintapaneelin perusnäkymässä nähdään muun muassa alemmalle kytkimelle määritetyt lähiverkkoasetukset kytkimen tilan ja muiden tietojen lisäksi.



Kuvio 2. Kuitukytkin SANSW2:n hallintapaneelin perusnäkymä

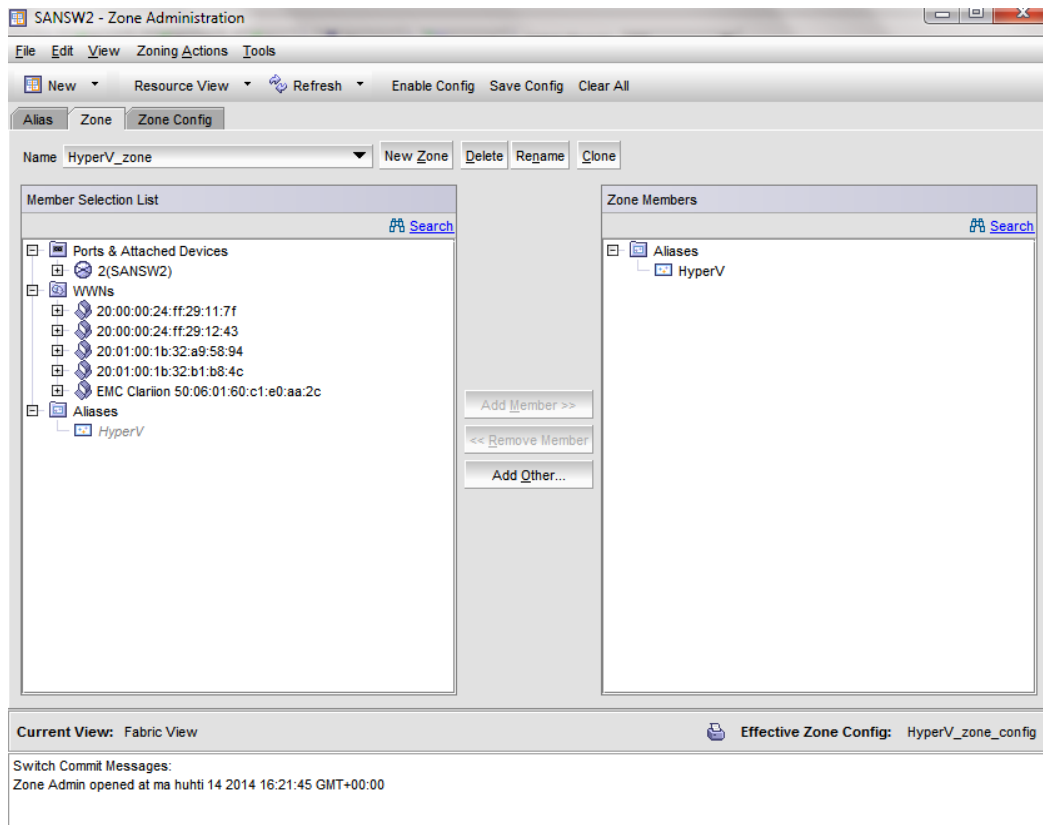
Kuitukytkimien asetusten määrittämisen taustalla on tarve saada levyjärjestelmälle määritetyt LUN:t näkyviin kaikille halutuille järjestelmän palvelimille. Nämä levyosiot saadaan palvelimille näkyviin tekemällä tarpeelliset määrytykset kuitukytkimille. Kuitukytkin käsittelee kytkimeen kiinnitettyjä laitteita kunkin laitteen kuitukortin yksilöivän WWN-nimen perusteella. Asetusten määrittäminen aloitettiin luomalla Zone Admin -valikossa New Alias -valinnalla uusi HyperV-niminen

Alias, jonka jäseniksi kaikki kytkimessä kiinni olevat laitteet lisättiin valitsemalla niiden WWN-osoitteet Member Selection List -valikosta ja siirtämällä ne Alias Members -valikkoon Add Members -valinnalla. Kuviossa 3. esitetään valmis Alias tehtyjen toimenpiteiden jälkeen. Kuvio-  
osta voidaan tarkistaa myös, että järjestelmässä on käytössä yhteensä neljä palvelinta ja yksi levy-  
järjestelmä.



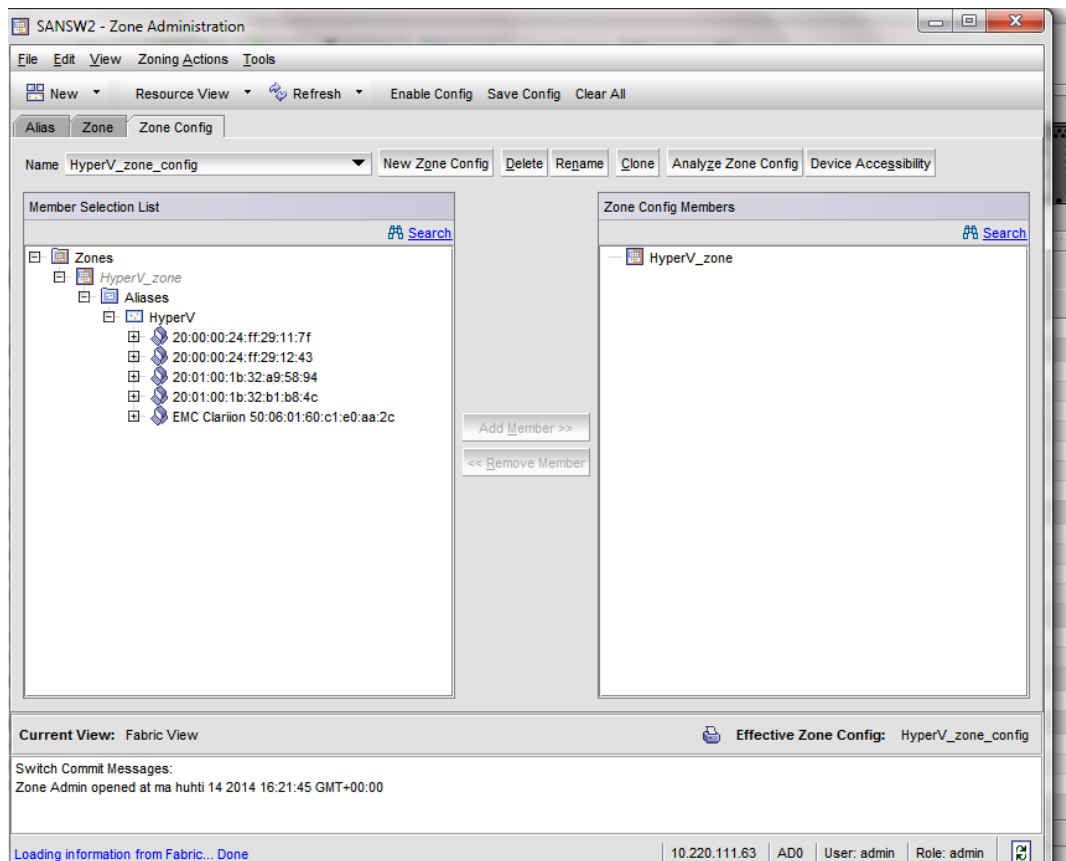
Kuvio 3. Kuitukytkimen Zone Admin -valikon valmis Alias-määrittely

Kun uusi Alias oli luotu ja halutut laitteet lisätty sen jäseniksi, määriteltiin seuraavaksi Zone eli alue, johon luotu HyperV-alias kuuluu. Zone-välilehdellä pystytään määrittelemään tarvittaessa hyvin tarkasti, mitkä laitteet kuuluvat mihinkin alueeseen esimerkiksi tietoturvan parantamiseksi (Brocade, 3). Yksinkertaisuuden vuoksi tässä vaiheessa luotiin HyperV\_zone -niminen alue, jonka jäseneksi edellisessä vaiheessa luotu HyperV-alias lisättiin. Kuviossa 4. esitetään tämä määrittely valmiina.



Kuvio 4. Luotu uusi HyperV\_zone -alue, jonka jäsenenä HyperV-alias

Viimeiseksi luodulle uudelle alueelle tuli vielä määrittää sen asetukset. Tämä määrittely tehtiin Zone Config -välilehdellä. Ensimmäisenä toimenpiteenä luotiin uusi HyperV\_zone\_config -asetusmäärittely. Zone Configin jäseneksi määriteltiin edellisessä kohdassa luotu HyperV\_zone -alue. Kun määrittelyt oli tehty, tallennettiin luotu asetukset ylävalikon Save Config -valinnalla, jonka jälkeen koko asetukset otettiin käyttöön Enable Config -valinnalla. Kuviossa 5. nähdään nämä määrittelyt valmiina sekä se, että alareunan Effective Zone Config -rivin mukaan HyperV\_zone\_config on myös asetettu toimintaan.



Kuvio 5. Luotu ja käyttöön otettu HyperV\_zone\_config

Kuitukytkimien määrittely on nyt valmis. Kun levyjärjestelmästä jatkossa jaetaan palvelimille niille tarkoitettut LUN:t, näkevät palvelimet jaetun levyn normaalisti, koska kaikki laitteet on määritetty samaan alueeseen ja näin niillä on myös yhtenäiset asetusmäärittelyt. Kaikki samat määrittelyt tehtiin vastaavasti myös toiselle kuitukytkimelle, johon kaapeloitiin aiemmin kiinni jokaisen palvelimen kuitukortin sekä levyjärjestelmän toinen valokuituportti.

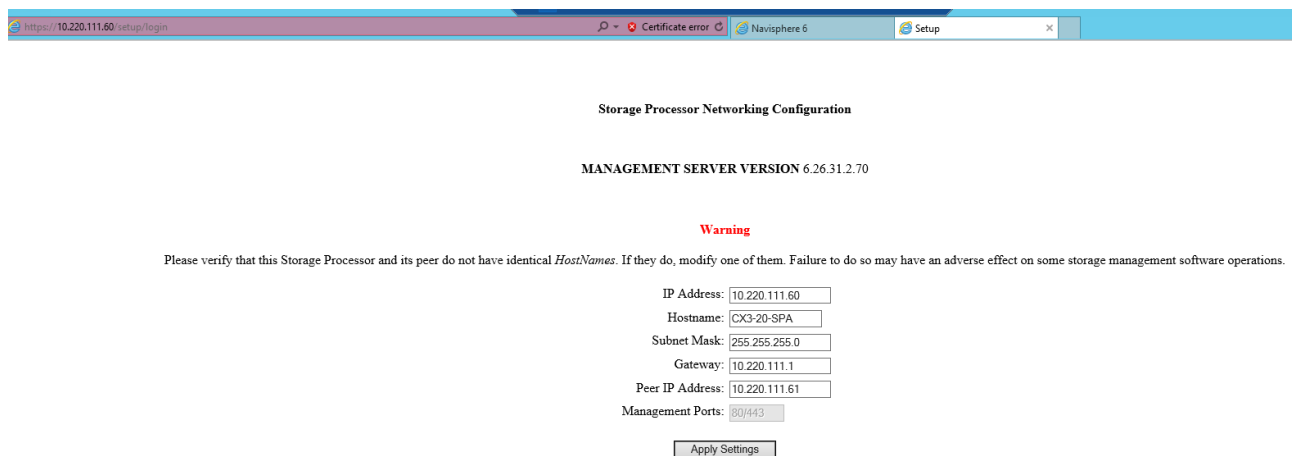
#### 4.4.3 EMC CLARiiON CX3-20C -levyjärjestelmä

Levyjärjestelmän tehtävä on tarjota keskitetysti tallennustilaa virtuaalikoneille sekä klusterin muille toiminnoille. Järjestelmä on fyysisesti kokonaisuudessaan kytketty siten, että jokainen levyhylly on kiinni seuraavassa hyllyssä kahdella erillisellä tiedonsiirtokaapelilla vikasietoisuuden lisäämiseksi. Myös jokaisen levyjärjestelmän hyllyn ja muun yksikön virransyöttö on kahdennettu. Levyhyllyt kiinnittyvät järjestelmän hallintayksikköön, josta data siirtyy kuitukytkimille kahta erillistä valokaapelia pitkin. (EMC 2006, 9.)



Levyjärjestelmän oleellisin määriteltävä asia ovat LUN:t eli levyosiot, jotka levyjärjestelmän hallinnassa määritetään käyttöön palvelimille. LUN:ia luodessa voidaan määrittää esimerkiksi osion koko ja levyjen määrä, luodun LUN:n levyjen RAID-tila ja se, mitkä palvelimet levytilaa voivat käyttää. Käyttötarkoituksen mukaan LUN:n koko voi vaihdella huomattavasti. RAID-tilalla pystytään määrittämään tarkemmin, halutaanko levyjen toimivan mahdollisimman nopeasti vai onko esimerkiksi kaiken levyillä olevan datan jatkuva kahdennus tärkeämpää. Levyjärjestelmän SAS-levyt asetetaan RAID1/0-tilaan, jossa päästään parhaaseen lopputulokseen kummaltakin kannalta.

Levyjärjestelmää hallitaan Java-pohjaisella EMC Navisphere -sovelluksella internetiselaimen kautta. Järjestelmän hallintayksiköille tulee ensin asettaa IP-osoitteet erillisellä hallintasivulla, jotta itse levyjärjestelmän toimintoja päästään määrittämään. Levyjärjestelmän hallintayksikölle SPA määritettiin verkko-osoitteeksi verkkosuunnitelman ja kuvion 6. mukaisesti osoite 10.220.111.60 ja SPB-yksikölle osoite 10.220.111.61. Hallintayksiköt käynnistettiin määrittämisen jälkeen uudelleen, jotta asetukset tulivat voimaan.



Storage Processor Networking Configuration

MANAGEMENT SERVER VERSION 6.26.31.2.70

**Warning**

Please verify that this Storage Processor and its peer do not have identical *HostNames*. If they do, modify one of them. Failure to do so may have an adverse effect on some storage management software operations.

IP Address: 10.220.111.60

Hostname: CX3-20-SPA

Subnet Mask: 255.255.255.0

Gateway: 10.220.111.1

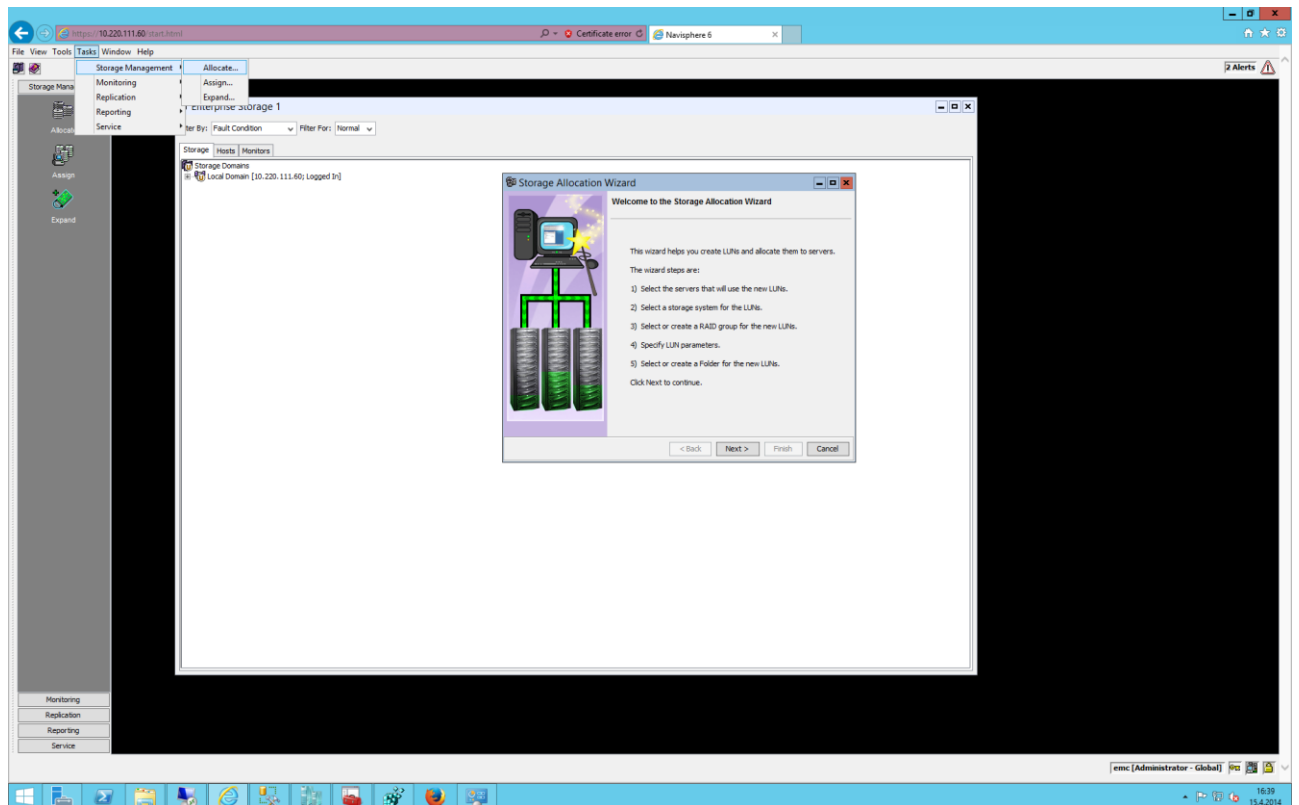
Peer IP Address: 10.220.111.61

Management Ports: 80/443

Apply Settings

Kuvio 6. Levyjärjestelmän hallintasivu: laitteen lähiverkkoasetukset ja nimi

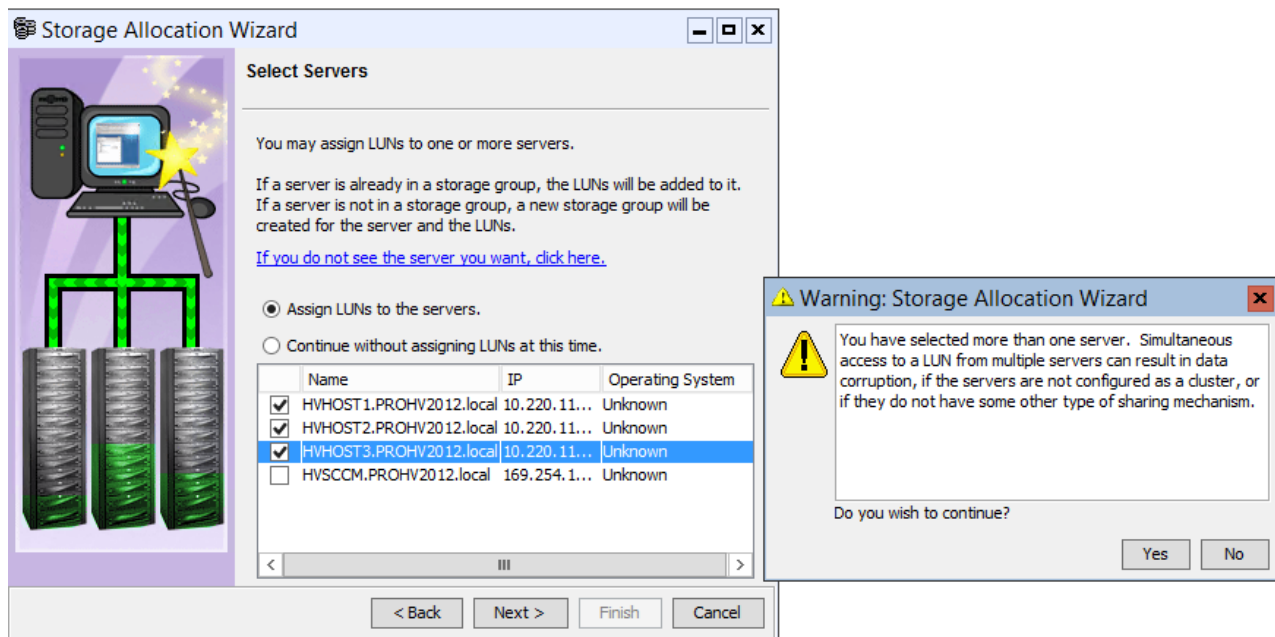
Osoite <https://10.220.111.60> asetettiin tässä vaiheessa Internet Explorerissa yhteensopivuustilaan, sillä levyjärjestelmän hallintasovellus ei Internet Explorer 11:ssä muuten toiminut normaalisti. Levyjärjestelmän määrittely aloitettiin valitsemalla Navisphere-sovelluksen perusnäkymässä yläreunan valikosta Tasks, Storage Management ja avautuvasta listasta valittiin Allocate-vaihtoehto. Näkymään aukesi Storage Allocation Wizard, joka kertoi suoraan tarpeelliset viisi vaihetta LUN:n luomiseksi. Kuviossa 7. on kuvattu vaiheet tähän pisteeseen asti.



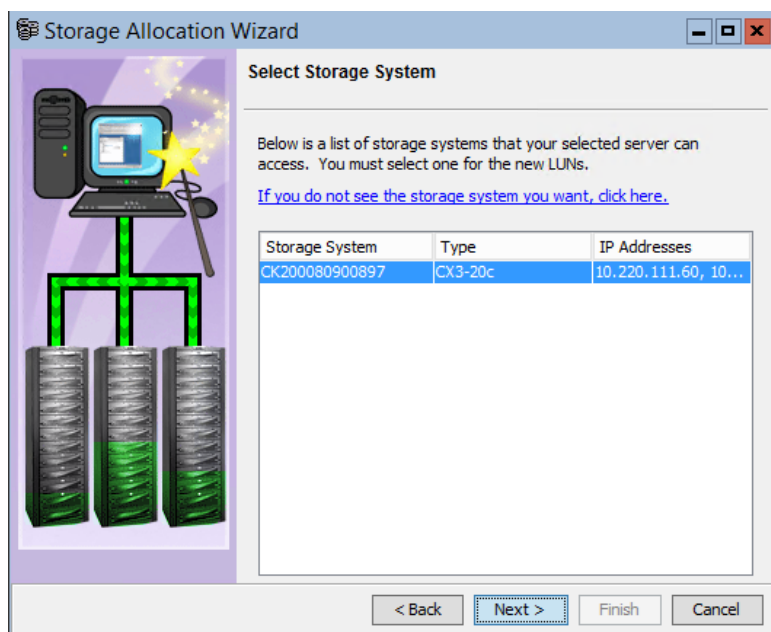
Kuvio 7. Levyjärjestelmän perusnäkö ja Storage Allocation Wizard

Ensimmäisenä LUN:n luomisessa määritellään ne palvelimet, jotka luodun LUN:n tallennustilaa pystyvät käyttämään. Storage Allocation Wizard luo tässä vaiheessa automaattisesti myös Storage groupin, jos palvelimet eivät sellaisessa jo valmiiksi ole. Select servers -ruudussa valittiin Assign LUNs to the servers -valinta ja määritettiin luotu LUN käyttöön kaikille virtualisointijärjestelmän isäntäpalvelimille eli HVHOST1:lle, HVHOST2:lle ja HVHOST3:lle. Kuviossa 8. on esitetty tehty määrittely valmiina sekä varoitusviesti siitä, että LUN:ia ei tulisi allokoida useammalle palvelimelle, jos serverit eivät kuulu klusteriin. Varoitukseen vastattiin Yes, sillä palvelimet määritellään osaksi klusteria.

Palvelimien valinnan jälkeen seuraavassa vaiheessa tuli valita levyjärjestelmä, johon palvelimet voivat yhteyden ottaa. Ympäristössä on käytössä vain yksi levyjärjestelmä, joten listasta valittiin EMC:n CX3-20C -levyjärjestelmä, kuten kuviosta 9. ilmenee.



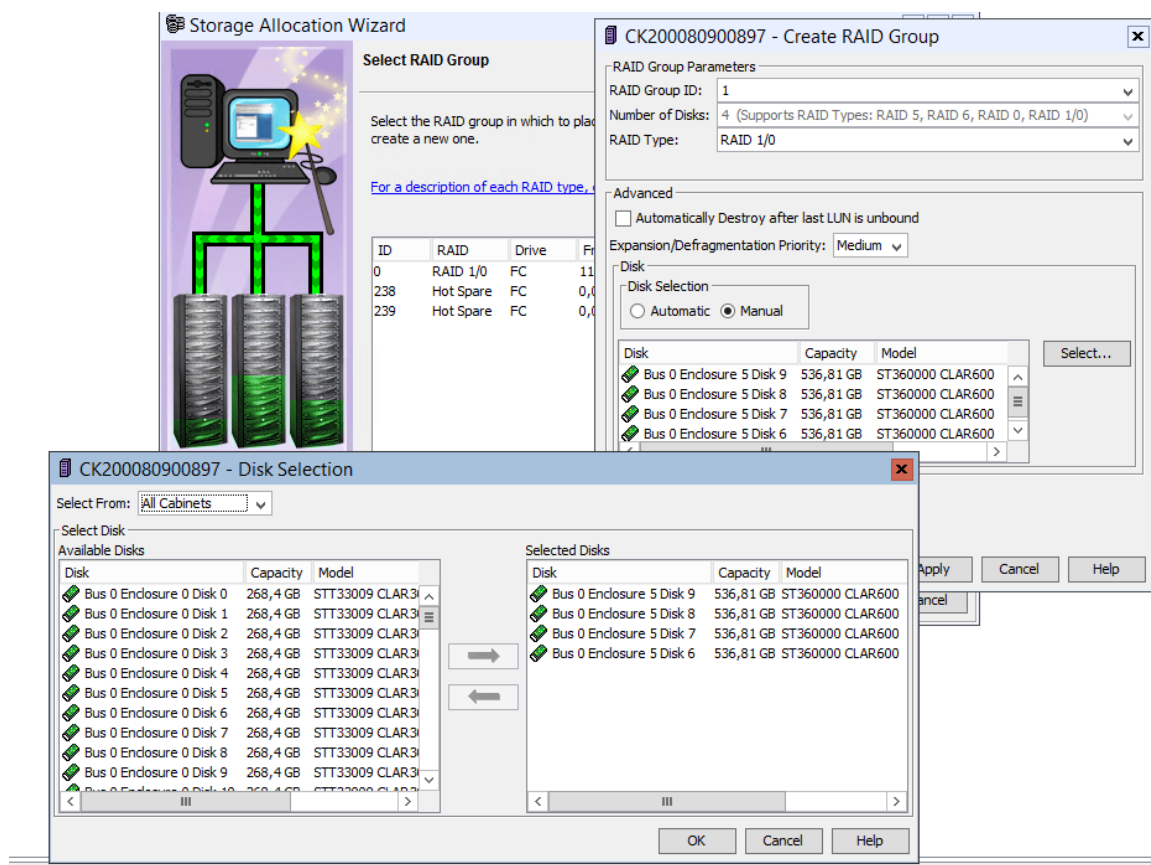
Kuvio 8. Palvelimien valinta ja varoitusviesti Storage Allocation Wizardissa



Kuvio 9. Käytettävän levyjärjestelmän valinta

Levyjärjestelmältä oli seuraavaksi valittava käytettävien levyjen ja levytilan määrä sekä RAID-tila. Create a RAID Group -ruudussa Raid Groupin ID:ksi valittiin 0 ja RAID Type:ksi RAID 1/0, jonka ominaisuudet vaativat, että levyjä on samassa ryhmässä neljä kappaletta. Disk Selection -valinta asetettiin manuaaliseksi ja Select-napilla valittiin neljä levyä, jotka luotavalla RAID Groupilla yhdistettiin. Kuviossa 10. nähdään kaikki nämä valinnat. Kuvion RAID Group ID

poikkeaa tekstistä, koska ryhmä ID:llä 0 oli luotu aiemmin. Lopuksi Initiate Create RAID Group Operation? -kysymykseen vastattiin Yes.

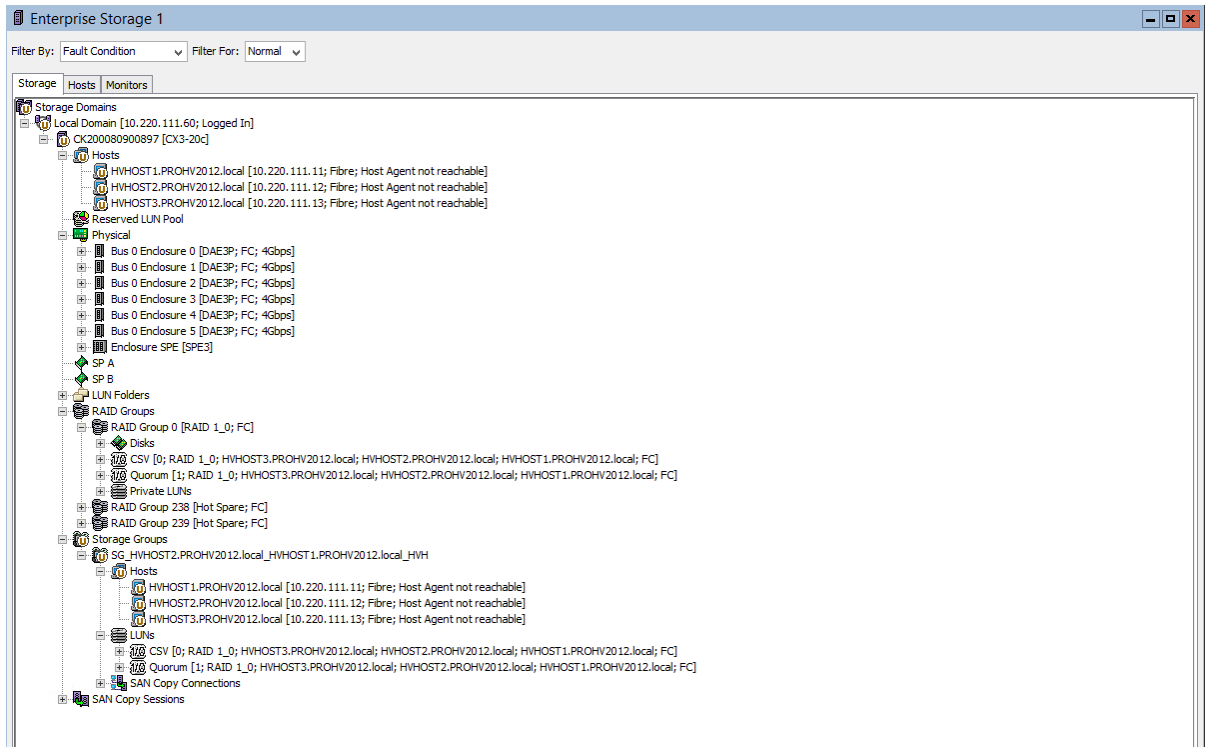


Kuvio 10. RAID Groupin luominen

Klusteria varten tarvitaan vähintään kaksi LUN:ia: klusterin tallennustilana toimiva CSV eli Cluster Shared Volume -osio sekä noin 2 GB kokoinen Quorum- eli Witness -osio. Luodun Raid Groupiin kovalevyille määritettiin siis seuraavaksi kaksi erillistä LUN:ia. LUN Properties -ruudussa ensimmäistä osiota varten Number of LUNs -kohtaan valittiin oletuslukumäärä 1. Automatically assign LUN IDs as LUN names -valinta poistettiin käytöstä, koska LUN haluttiin nimetä kuvaavasti. Ensimmäinen LUN nimettiin CSV:ksi ja User Capacity määritettiin 500 GB kokoiseksi. Toiselle LUN:lle toistettiin samat vaiheet: LUN luotiin samaan aiemmin määritettyyn Raid Group 0:aan ja sille annettiin nimi Quorum. User Capacityksi määritettiin 2 GB, joka on riittävä koko Quorum-osion toiminnoille (Microsoft 2012).

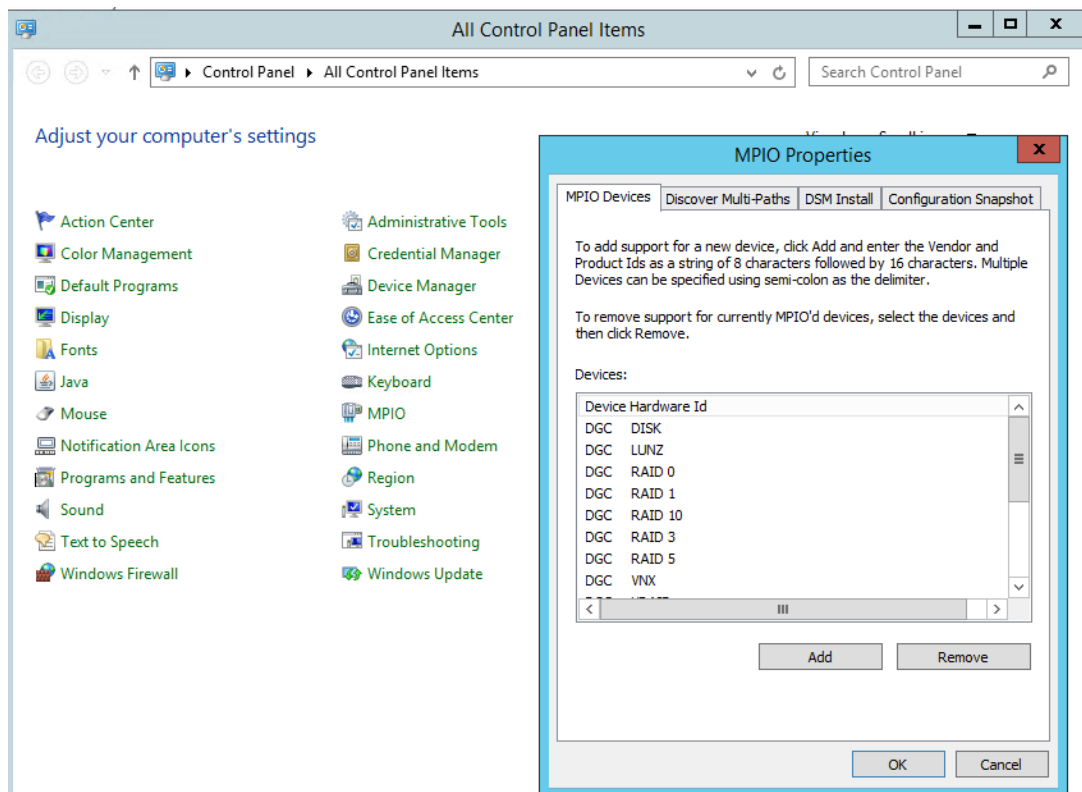
Näiden levyjärjestelmän määrittelyiden jälkeen klusterin toimimisen kannalta oleelliset levyosiot oli luotu. Storage Allocation Wizardin eri vaiheissa luotiin siis ensin Storage Group, jolle määritettiin käyttöön levyt luomalla RAID Group 0, jonka levyille määritettiin klusterin käyttämät

LUN:t. Kuviossa 11. nähdään kaikki tehdyt määrittelyt valmiina levyjärjestelmän hallintanäkymässä.



Kuvio 11. Valmis levyjärjestelmämäärittely klusteria varten

Kun levyjärjestelmämäärittelyt oli saatu valmiiksi, tuli jokaiselle järjestelmän palvelimelle asentaa levyjärjestelmän valmistajan MPIO-ajuri. EMC:n levyjärjestelmän tapauksessa ajuri asennuu EMC PowerPath -ohjelmiston mukana. MPIO-ajuri tarvitaan, jos palvelin liitetään useammalla fyysisellä liitännällä levyjärjestelmään. Ajurin ominaisuuksiin kuuluu muun muassa kuormantasausta ja vikatilanteissa se reitittää järjestelmän läpi kulkevan datan toimivaa reittiä pitkin perille – näin taataan järjestelmien korkea käytettävyys myös vikatilanteissa (EMC 2011). Kuvio 12. on otettu host-palvelimelta, johon MPIO-ajuri on asennettu, ja ajuri toimii oikein.

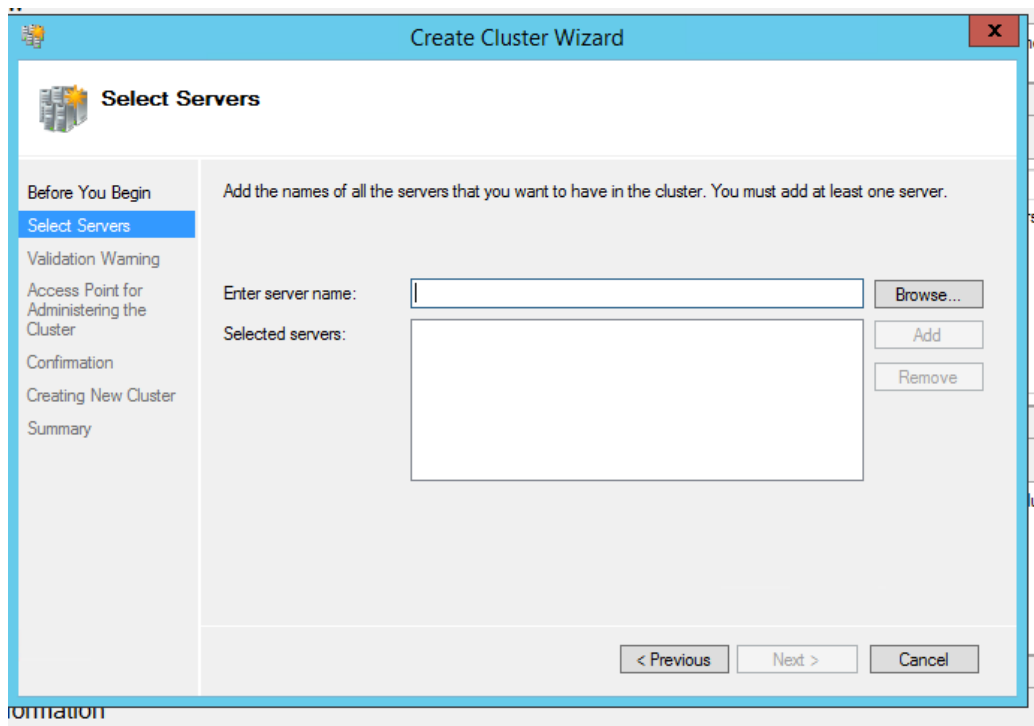


Kuvio 12. Asennettu MPIO-ajuri palvelimen ohjauspaneelissa

#### 4.4.4 Klusteri

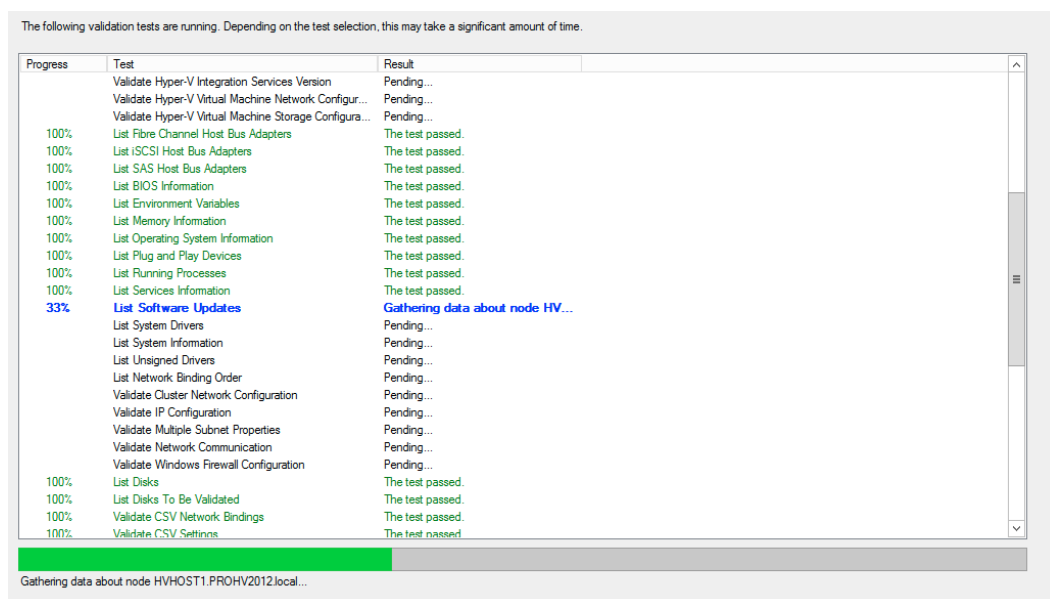
Klusterilla tarkoitetaan useamman palvelimen muodostamaa kokonaisuutta, jossa palvelimet ja niiden sisältämät järjestelmät toimivat yhtenä kokonaisuutena taaten vikasietoisuuden ja palveluiden korkean käytettävyyden. Aiemmissa aliluvuissa määriteltiin klusterin kannalta oleelliset alijärjestelmät eli palvelimet, verkkoyhteydet ja levyjärjestelmä. Kaikille palvelimelle asennettiin jo aiemmin Failover Clustering -ominaisuus. Seuraava toimenpide on klusterin ohjelmallinen luominen ja määrittely HVSCCM-hallintapalvelimella.

Klusteri luotiin avaamalla palvelimen Server Managerin Tools -valikosta Failover Cluster Manager -ohjelma. Ohjelman Actions-paneelistä valittiin Create cluster -valinta, joka käynnistää Create Cluster Wizardin. Kuvion 13. mukaisesti asennusvelhon ensimmäisessä vaiheessa määriteltiin klusteriin kuuluvat palvelimet eli kolme isäntäpalvelinta HVHOST1, HVHOST2 ja HVHOST3.



Kuvio 13. Klusteriin kuuluvien palvelimien määrittely

Palvelimien valinnan jälkeen käynnistyy seuraavassa vaiheessa Cluster Validation -prosessi, joka varmistaa kaikkien klusterin osien toimivuuden ennen, kuin klusteri pystytään luomaan. Prosessi tarkistaa muun muassa liitetyn tallennustilan, verkkoasetukset ja klusterin palvelimen laitteiston yhteensopivuuden, kuten kuvioista 14. nähdään. Lopuksi tarkistusprosessi tulostaa kaikista tarkistetuista kohdista HTML-raportin, joka ilmoittaa kaikki mahdolliset klusterin toimintaan vaikuttavat ongelmakohdat.



Kuvio 14. Klusterin osa-alueiden tarkistusprosessi

Tarkistusprosessin mentyä läpi ilman klusterin luomista estäviä virheitä seuraavassa vaiheessa klusterille määritellään nimi ja verkko-osoite, jolla sitä hallitaan. Klusterille annettiin kuvion 15. mukaisesti nimeksi HVCLUSTER2012 ja verkko-osoitteeksi määriteltiin 10.220.111.100/24.

**Create Cluster Wizard**

**Access Point for Administering the Cluster**

Before You Begin  
Select Servers  
Validation Warning  
**Access Point for Administering the Cluster**  
Confirmation  
Creating New Cluster  
Summary

Type the name you want to use when administering the cluster.

Cluster Name:

*i* The NetBIOS name is limited to 15 characters. One or more IPv4 addresses could not be configured automatically. For each network to be used, make sure the network is selected, and then type an address.

	Networks	Address
<input checked="" type="checkbox"/>	10.220.111.0/24	10 . 220 . 111 . 100

< Previous   Next >   Cancel

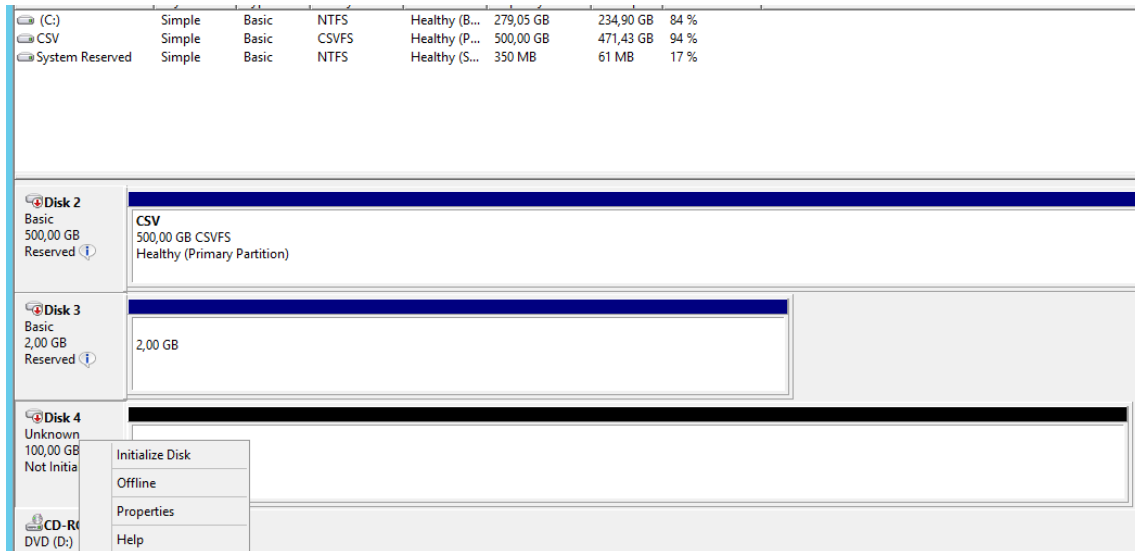
Kuvio 15. Klusterin nimen ja verkkoasetusten määrittely

Confirmation-välilehdellä velho näyttää klusterin nimen, siihen liitetyt palvelimet ja klusterille määritetyn verkko-osoitteen. Samalla sivulla on myös valintaruutu Add all eligible storage to the cluster, joka otettiin pois päältä tässä vaiheessa, sillä levyosioille oli tehtävä vielä toimenpiteitä ennen niiden lisäämistä klusteriin. Painamalla Next-nappia velho loi klusterin määritetyillä asetuksilla.

Klusteriin on tuotava levyjärjestelmältä jaetut LUN:t, joita virtuaalikoneet käyttävät tallennustilanaan ja johon virtuaalikoneiden .vhdx-päätteiset virtuaalikovalevyt tallennetaan. Kun kaikki virtuaalikoneiden sisältö on koko klusterille jaetuilla levyosioilla, toimii esimerkiksi klusterin Live Migration -ominaisuus oikein. Seuraavaksi klusterille lisättiin käyttöön levyjärjestelmältä jaetut LUN:t, jotka näkyvät ennen toimenpiteitä kaikkien isäntäpalvelimien Disk Managementissa Offline-tilassa olevina levyinä.



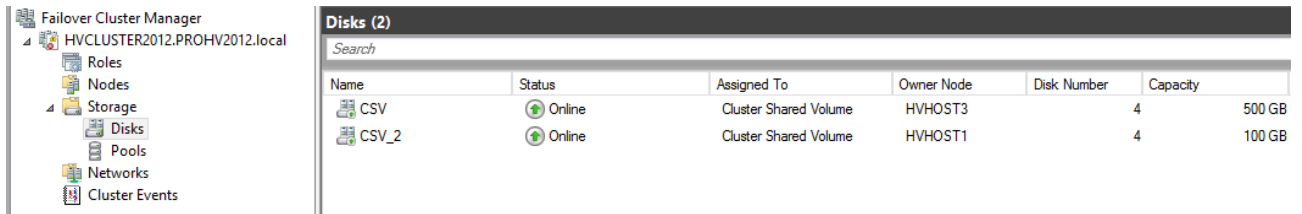
Kaikki klusterihallintaan tuotavat levyosiot tulee ensin yhdellä isäntäpalvelimista asettaa Online-tilaan ja tämän jälkeen alustaa. HVHOST1-palvelimen Disk Managementissa uusi 100 GB kokoinen LUN on jo asetettu Online-tilaan ja sitä ollaan alustamassa Initialize Disk -valinnalla, kuten kuvioista 16 nähdään. Aukeavassa ikkunassa valittiin levyosion tyyppi GPT, minkä jälkeen osion alustus oli valmis.



Kuvio 16. LUN-osion määrittely käyttöön isäntäpalvelimella

Kun levy oli alustettu, valittiin levyhallinnassa New simple volume -vaihtoehto ja levyille määritettiin sen koko eli 100 GB, nimi CSV\_2 ja tyyppi NTFS. Levykirjainta ei määritetty, sillä sitä ei klusterin toiminnassa tarvita. Näiden toimenpiteiden jälkeen levy oli valmis liitettäväksi klusterin jaetuksi tallennustilaksi hallintapalvelimella.

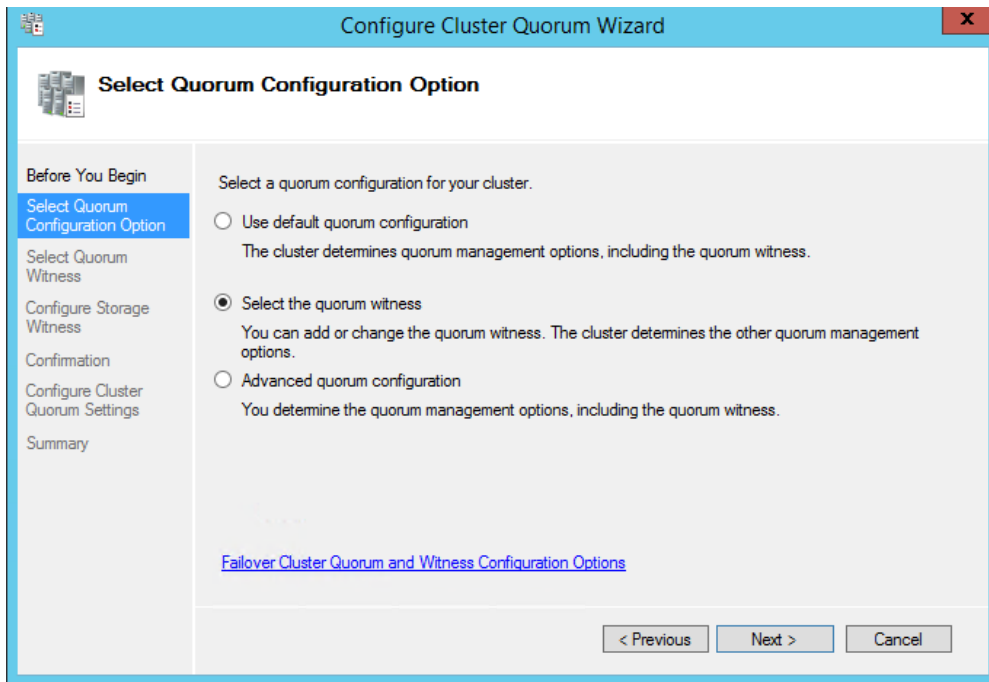
HVSCCM-palvelimen Failover Cluster Managerissa valittiin vasemmasta paneelistä Storage ja Add disk -vaihtoehto. Aukeavassa ikkunassa näkyi HVHOST1:lle määritetty 100 GB kokoinen osio nimellä Cluster Disk 1, joka valittiin. Storage-välilehdellä osion ominaisuuksista levyille annettiin vielä kuvaava nimi CSV\_2. Viimeisenä toimenpiteenä levy lisättiin Cluster Shared Volumes osaksi klikkaamalla levyä oikealla hiiren napilla ja valitsemalla Add to Cluster Shared Volumes. Tulevaisuudessa kaikille klusterin käyttöön tuotaville levyosiolle tulee tehdä samat toimenpiteet, kuin CSV\_2-levylle tehtiin. Valmis lopputulos Failover Cluster Managerin Storage-välilehdeltä nähdään kuviossa 17.



Kuvio 17. Klusterin levyhallinnan näkymä lisättyine levyineen

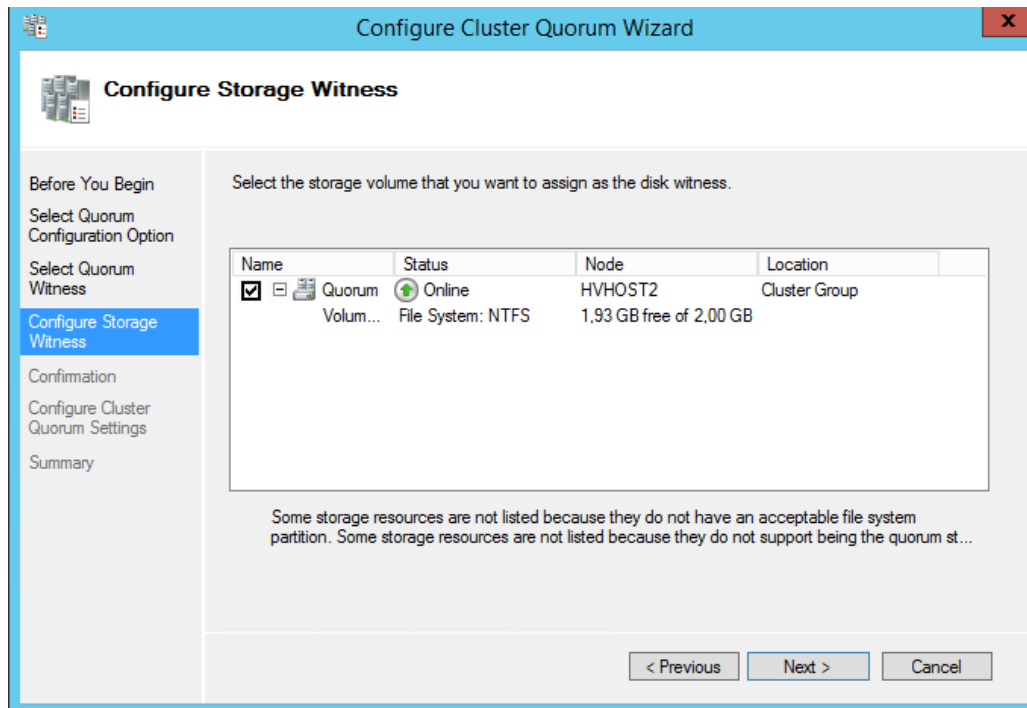
Klusterin vikasietoisuuden ja korkean käytettävyyden takaamiseksi on sille määritettävä tallennustilan lisäksi klusterin mahdollisissa vikatilanteissa käytetyt toimintamallit ja määrittelyt sisältävä Quorum-osio. Tästä osiosta käytetään myös nimeä Witness. Quorum-LUN luotiin levyjärjestelmälle ja levyosio tuotiin HVHOST2-palvelimella online-tilaan sekä alustettiin. Osio lisättiin klusterin käytettävään tallennustilaan, kuten CSV\_2-levykin – erona prosessissa oli se, että tätä osiota ei lisätty Cluster Shared Volumeen.

Quorum määritellään valitsemalla Failover Cluster Managerin vasemmasta paneelista klusterin nimi, valitsemalla More Actions ja Configure Cluster Quorum Settings. Ruudulle aukesi valinnan jälkeen Configure Cluster Quorum Wizard, jolla määrittelykset tehdään. Quorum määrittelyksi valittiin vaihtoehto Select the quorum witness, kuten kuviosta 18. nähdään. Quorum-osioksi päästiin näin valitsemaan tätä tarkoitusta varten luotu 2 GB kokoinen levyosio.

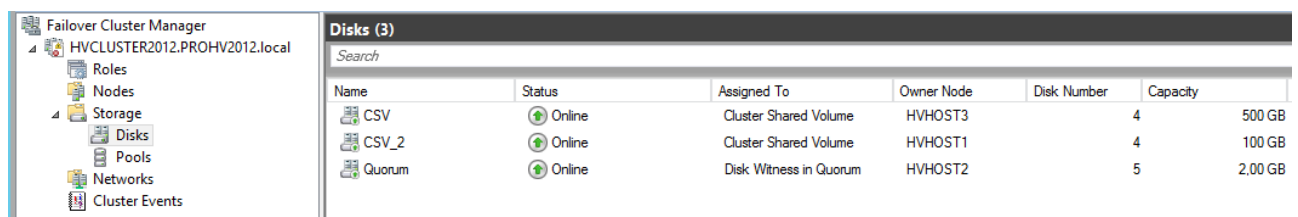


Kuvio 18. Quorum-määrittelyn vaihtoehdot

Seuraavassa vaiheessa valittiin vaihtoehto Configure a disk witness, sillä tätä tarkoitusta varten oli jo olemassa valmis levyosio. Configure Storage Witness -ruudussa valittiin listasta kuvion 19. mukaisesti Quorum-osio, jonka jälkeen velho näytti varmistusruudun tehdyistä määrittelyistä, jonka jälkeen velho määritteli Quorumin käyttöön automaattisesti. Käytössä oleva ja määritelty Quorum-osio nähdään myös Failover Cluster Managerin Storage-välilehdellä kuviossa 20.



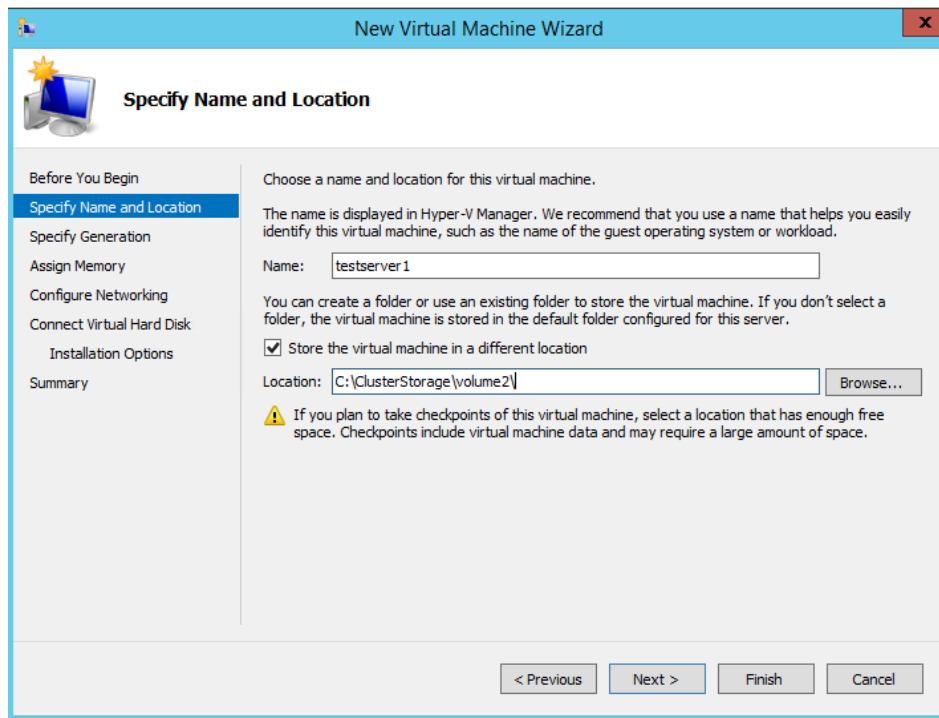
Kuvio 19. Quorum-levyosion valinta käyttöön



Kuvio 20. Klusterin määritelty Quorum-osio

Tallennustilan ja Quorum-osion lisäämisen jälkeen Hyper-V -klusteri on perustaltaan käyttövalmis ja siihen voidaan luoda virtuaalikoneita, joiden avulla klusterin ominaisuuksien toimivuus voidaan varmistaa. Toimivuuden varmistamiseksi klusteriin luotiin yksi virtuaalikone Failover Cluster Managerin Roles-välilehdellä. Luonti aloitettiin valitsemalla Actions-paneelist Virtual Machines-valikon alta New Virtual Machine -valinta.

Aukeavassa ikkunassa kysytään ensimmäisenä se, mikä isäntäpalvelin on virtuaalikoneen omistaja eli mille palvelimelle kone luodaan. Isäntäpalvelimeksi valittiin HVHOST1, jonka jälkeen ruudulle aukesi New Virtual Machine Wizard, joka auttaa virtuaalikoneen asetusten määrittelyssä. Ensimmäisessä vaiheessa virtuaalikoneelle annettiin nimi testserver1 ja koneen tallennussijainniksi valittiin CSV\_2-levyosio. Isäntäpalvelimella klusteriin lisätyt CSV-osiot näkyvät C:\ClusterStorage\ -polussa. Kuviossa 21. on esitetty tehdyt määrittelyt.

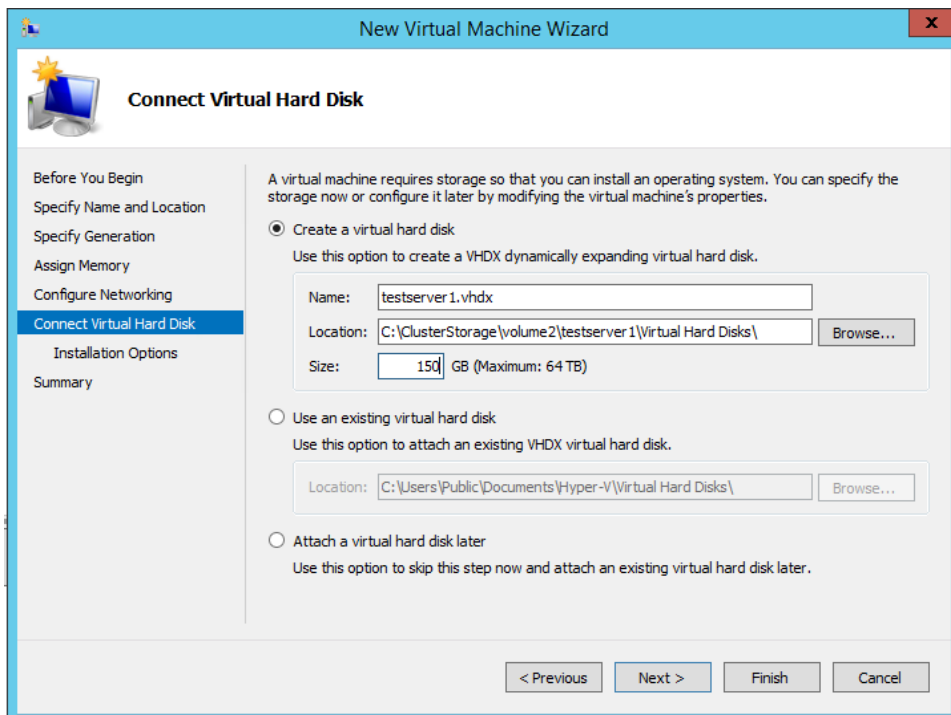


Kuvio 21. Virtuaalikoneen luominen klusteriin

Seuraavassa vaiheessa valittiin virtuaalikoneen sukupolveksi Generation 2. Generation 1 ja Generation 2 eroavat toisistaan siten, että Generation 2 -koneet tukevat mm. Secure boot ja PXE boot -ominaisuuksia. Generation 2 -koneissa on rajoittavana tekijänä kuitenkin käyttöjärjestelmä, jonka on oltava joko Windows Server 2012 tai 64-bittinen Windows 8. Huomioitavaa tässä vaiheessa on, että virtuaalikoneen luomisen jälkeen sen sukupolvea ei pysty vaihtamaan.

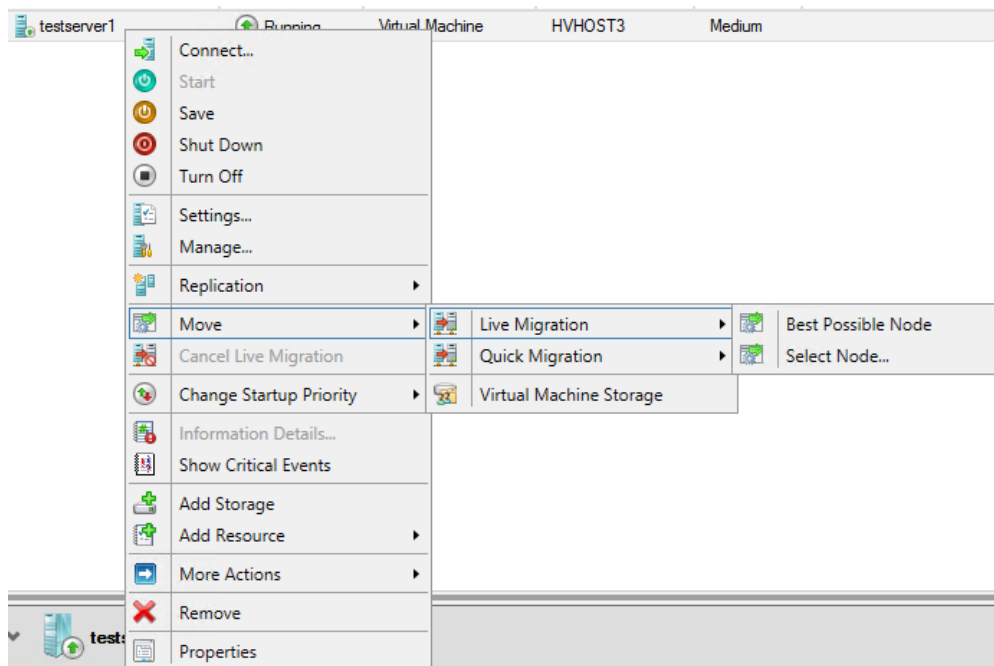
Virtuaalikoneen muistimääräksi määriteltiin Assign memory -ruudussa 4096 MB ja käyttöön otettiin dynaaminen muistimäärä valitsemalla Use Dynamic memory for this virtual machine. Verkkoasetuksia ei tässä vaiheessa määritelty. Seuraavaksi määritettiin, missä virtuaalikoneen .vhd-päätteinen virtuaalikoalevy sijaitsee. Levy määriteltiin kuvion 22. mukaisesti klusterin jaettuun levytilaan polkuun C:\ClusterStorage\volume2\testserver1\Virtual Hard Disks\ ja sen

kooksi määritettiin 150 GB. Velhon viimeisessä Installation Options -vaiheessa valittiin Install an operating system later -vaihtoehto, sillä käyttöjärjestelmä haluttiin asentaa vasta myöhemmin. Testserver1-virtuaalikoneen luominen saatiin läpikäytyjen vaiheiden myötä valmiiksi.



Kuvio 22. Virtuaalikoneen tallennustilan määrittäminen

Klusterin toiminnoista tässä vaiheessa haluttiin kokeilla vain Live Migrationin toimivuus – eli siirtyykö kone oikein ilman käyttökatkoksia isäntäpalvelimelta toiselle. Testserver1 käynnistettiin valitsemalla Failover Cluster Managerin Roles-välilehdellä oikeasta paneelistä Start. Koneen käynnistyttyä, klikattiin sitä hiiren oikealla napilla, valittiin Move-valikosta Live Migration ja sen alta valinta Best Possible Node, kuten kuvioista 23. nähdään. Kone siirtyi ongelmitta HVHOST1-isäntäpalvelimelta HVHOST3-palvelimelle, joten klusterin Live Migration - ominaisuus toimii oikein.



Kuvio 23. Live Migrationin toiminnan kokeilu

Hyper-V -alusta toimi tässä vaiheessa perustoiminnoiltaan normaalisti. Palvelimet, kuitukytkimet ja levyjärjestelmä toimivat oikein ja mahdollistivat kaikkien järjestelmien toiminnan yhtenä kokonaisuutena – eli klusterina. Klusterin tarkemmat verkkomäärittelyt sekä virtuaalikoneiden määrittelyt tehdään jatkoprojekteissa tarpeiden mukaisesti. Failover Cluster Managerissa ja Hyper-V:ssä on todella suuri määrä ominaisuuksia ja määrittelyitä, jotka voidaan ottaa käyttöön tarpeen mukaan erilaisissa tilanteissa. Myös niihin perehtyminen ja käyttöönotto ovat kuitenkin oma mahdollinen jatkoprojektinsa tulevaisuudessa

## 5 Tulokset ja yhteenveto

Viimeisessä pääluvussa kootaan opinnäytetyössä tehdyt asiat ja johtopäätökset sekä saavutetut tulokset. Luku sisältää kirjoittajan omaa pohdintaa siitä, mitä haasteita mahdollisessa järjestelmästä toiseen siirtymisessä myös pelkkien teknisten asioiden ulkopuolella voi syntyä.

### 5.1 Virtualisointijärjestelmät - edut ja käyttöönoton haasteet

Microsoftin Hyper-V 2012 R2 -virtualisointijärjestelmä vaikuttaa tehdyn yleistason vertailun perusteella huomattavan monipuoliselta ja lisensoinniltaan edulliselta järjestelmä verrattuna nykyisiin toimeksiantajan käyttämiin ratkaisuihin. Järjestelmän toimintaa on selkeytetty ja ominaisuuksia paranneltu siitä, miten aiemmat versiot ovat toimineet. Parannuksista huolimatta ei kuitenkaan suoraan voida sanoa, että Hyper-V olisi kaikilta ominaisuuksiltaan huomattavasti VMwaren vSphere-järjestelmää parempi virtualisointijärjestelmä – tilanne on nykyään hyvin tasaväkinen, joten järjestelmän käyttöönoton kriteerit ja käyttötarkoitus virtualisointijärjestelmälle ratkaisevat, kumpi järjestelmästä soveltuu paremmin kuhunkin tilanteeseen.

Järjestelmät ovat geneeristä virtualisointikäyttöä ajatellen erittäin lähellä toisiaan ominaisuuksiltaan. Hyper-V:n hintaetu on tässä suhteessa merkittävä, sillä se pystyy nykyään tarjoamaan hyvin pitkälti ominaisuuksiltaan ja toiminnoiltaan samanlaisen – joissain suhteissa jopa monipuolisemman – järjestelmän huomattavasti vSphereä edullisempaan hintaan. Toisaalta, kun järjestelmän käyttöönoton tarpeet kohdistuvat juuri tietynlaiseen käyttöön, syntyy järjestelmien välille enemmän eroja.

Toimeksiantajayrityksessä suurimpana motivaationa Microsoftin virtualisointijärjestelmien kartoituksessa ja mahdollisessa käyttöönotossa ovat sen mukanaan tuomat kustannussäästöt. Jos tulevaisuudessa nykyistä tuotantoympäristöä vastaava virtualisointialusta pystytään tuottamaan Microsoftin lisensoinniltaan ilmaisella tuotteella, on säästö lisenssimaksuissa verrattuna nykyiseen järjestelmään vuositasolla huomattava. Jos sama tai jopa parempi palvelutaso pystytään tarjoamaan huomattavasti halvemmalla, tuo se tarvittaessa myös kilpailuetua hinnoittelussa verrattuna muihin samalla alalla toimiviin ja samoja asiakkaita tavoitteleviin toimijoihin.

Suurimpina haasteina siirtymiselle nykyisistä tuotannossa olevasta järjestelmästä uuteen, tässä tapauksessa yritykselle edelleen melko tuntemattomaan, järjestelmään ovat sen vaatimat resurssit, riskit ja tietotaito. Resurssit ja riskit voidaan tässä tarkoituksessa yhdistää, sillä ne liittyvät olennaisesti toisiinsa. Ennen kuin siirtymistä voidaan vakavasti harkita, on projektihenkilöstön kartoitettava kokonaisuudessaan järjestelmän toimivuus ja mahdolliset ongelmakohdat niin kattavasti, ettei tuotantoon vaikuttavia vakavia ongelmatilanteita pääse syntymään. Asiakkaiden hyvin moninaisten liiketoimintakriittisten järjestelmien toimivuuden ja alustalta toiselle siirtymisen aiheuttamien mahdollisten ongelmatilanteiden selvittäminen ennalta vie huomattavasti resursseja. Opinnäytetyössä luotua Hyper-V 2012 -alustaa voidaan tulevaisuudessa hyödyntää myös tässä kartoitustarkoituksessa, jotta nähdään, miten tietty järjestelmä todellisuudessa toimisi siirrettyinä uudelle alustalle.

Tietotaidollisesti haasteena on pääasiassa se, että toimeksiantajayrityksen henkilöstöllä on edelleen suhteellisesti vain vähän kokemusta Microsoftin uusimmasta virtualisointijärjestelmästä verrattuna nyt käytössä oleviin VMwaren järjestelmiin. Asenteellisesti tutun ja turvallisen järjestelmän vaihtaminen tuntemattomaan ei ole yksinkertaista. Asenteisiin liittyen on huomioitava myös se, että suurin osa henkilöstöstä on työskennellyt yrityksessä useamman vuoden juuri sinä aikana, kun Microsoftilla ei ole vakavasti otettavaa virtualisointijärjestelmää ollut markkinoilla. Yleiset kokemukset Hyper-V:n vanhoista versioista eivät ole käytyjen keskusteluiden perusteella positiivisia. Näiden käsitysten ja asenteiden muuttaminen ilman konkreettisia kokemuksia uuden järjestelmän toimivuudesta ei ole helppo prosessi.

Vaihtoehtona toimeksiantajan kannalta on myös se, että VMwaren ja Microsoftin järjestelmiä käytetään rinnakkain tarpeiden mukaisesti - näin osittain toimitaankin jo tällä hetkellä. Järjestelmien rinnakkaiskäytöllä asiakkaille voidaan mahdollisesti tarjota halvempaa virtualisointiratkaisua, joka toteutetaan Hyper-V:tä käyttäen. Kahden täysimittaisen rinnakkaisen järjestelmän ylläpito ja hallinnointi on kuitenkin raskaampaa ja vie enemmän resursseja, kuin yksittäisen järjestelmän ylläpito, mikä on otettava huomioon ratkaisuja tehdessä. Järjestelmien rinnakkaiskäytössä Hyper-V:n lisensoinnin edullisuuden tuoma kustannusetu samalla pienenee merkittävästi, sillä VMwaren lisenssimaksut säilyvät melko korkeina.



## 5.2 Luotu Hyper-V 2012 -virtualisointialusta

Opinnäytetyön teknisessä osiossa pääluvussa 4. luotiin neljän palvelimen laajuinen Hyper-V 2012 -virtualisointiympäristö. Luotuun klusteriin määriteltiin yksi hallintapalvelin ja kolme isäntäpalvelinta virtuaalikoneille. Tukevina järjestelminä tiedonsiirrossa käytettiin kahta valokuitukytkintä ja koko järjestelmän tallennustilana toimi kuitulevyjärjestelmä.

Luodun järjestelmän pääasiallinen tarkoitus on toimia jatkokehityksen pohjana. Järjestelmän Azure-integraatioon liittyvä projekti on toimeksiantajalla jo tällä hetkellä käynnissä. Tärkeimmät virtualisointiympäristöön toimintaan liittyvät kysymykset palveluntarjoajanäkökulmasta koskevat erityisesti järjestelmän varmatoimisuutta, vikatilanteista palautumista ja järjestelmästä toiseen siirtymisen helppoutta. Jatkoprosjekteissa oleellisia teknisiä tutkimuskysymyksiä ovat siis muun muassa seuraavat:

- Miten järjestelmä palautuu vikatilanteista? Toimivatko korkean käytettävyyden mahdollistavat ominaisuudet oikein kaikissa tällaisissa testitilanteissa?
- Toimivatko kuormantasausominaisuudet oikein esimerkiksi yksittäisen isäntäpalvelimen ylikuormittuessa?
- Miten virtuaalikoneiden migroiminen järjestelmästä toiseen onnistuu todellisuudessa?
- Onko koko järjestelmän hallinta toimiva nykyiseen järjestelmään verrattuna?
- Millaisia konkreettisia hyötyjä Azure-liitoksella saadaan ja onko integraatio toimiva?

## 5.3 Kehityskohteet jatkoprosjekteissa

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä tärkeimmät jo tiedossa olevat alustalle tehtävät tekniset testit liittyvät vahvasti edellisessä aliluvussa esitettyihin kysymyksiin. Nämä testit käsittelevät erityisesti alustan eri osien sekä kokonaisuuden vikasietoisuutta (Karhula, T. 15.5.2014). Järjestelmien vikasietoisuus on palveluntarjoajanäkökulmasta luonnollisesti erittäin tärkeää, sillä esimerkiksi asiakasympäristön palvelinkannan pidempiaikainen kaatuminen johtaa nopeasti asiakkaan liiketoiminnan pysähtymiseen ja sitä kautta usein myös palveluntarjoajaa koskeviin sopimuksellisiin sanktioihin.

Vikasietoisuuteen liittyvä ensimmäinen testitapaus on tilanne, jossa yksi klusterin isäntäpalvelimista vioittuu. Tällöin avainasemassa on etenkin se, miten ja kuinka nopeasti järjestelmän au-

tomatisoidut prosessit saavat siirrettyä vioittuneella isäntäpalvelimella sijainneet virtuaalipalvelimet toimivalle isäntäpalvelimelle ja käynnistettyä ne ilman virtuaalikoneilla sijaitsevien palveluiden pidempiä käyttökatkoksia ja datojen häviämistä.

Toinen tärkeä testitapaus koskee järjestelmän verkon vikasietoisuutta. Tilanteessa, jossa yksittäisen isäntäpalvelimen verkkoyhteys vioittuu, on järjestelmän pystyttävä reagoimaan tilanteeseen kriittisten virtuaalikoneiden toimivuuden takaamiseksi. Hyper-V 2012:n oikein määritellyn automatisoidun verkkoseurannan tulisi tällaisissa tapauksissa automaattisesti siirtää virtuaalikoneet isäntäpalvelimelle, jossa verkkoyhteydet toimivat (Microsoft 2013b). Ominaisuuden toimivuus on testattava käytännössä.

Kolmas testitapaus koskee virtualisointijärjestelmän SAN-verkon eli keskitetyn tallennusjärjestelmän vikasietoisuutta. Järjestelmän isäntäpalvelimilla ja niiden virtuaalikoneilla on oltava jatkuva toimiva yhteys keskitettyyn tallennusjärjestelmään. Luodussa ympäristössä kaikki fyysiset yhteydet levyjärjestelmän, kuitukytkimien ja palvelimien välillä on kahdennettu. Käytännön testit keskittyvät tässä tapauksessa esimerkiksi MPIO-ajureiden tiedonsiirron uudelleenreitityksen toimivuuteen, jos toinen fyysisistä liitännöistä jossain yhteyspisteessä vioittuu.

Viimeinen ja merkittävin testitapaus on tilanne, jossa koko klusteri kaatuu. Oleellinen kysymys tällöin on, miten ja kuinka nopeasti palvelimet ja niillä sijaitsevat virtuaalikoneet saadaan palautettua jälleen toimivaan tilaan. Tällaiseen tilanteeseen pystytään jossain määrin varautumaan palvelimien automaattisilla tilannekuvilla ja varmuuskopioilla, joista palautus pystytään tarvittaessa tekemään. Laajempi varautumiskeino järjestelmän täydelliseen kaatumiseen on paikallisen järjestelmän replikointi useampaan sijaintiin (Ezzat 2013). Replikointia käyttäessä voidaan olettaa, että paikallisen järjestelmän jostain syystä kaatuessa, replikoitu järjestelmä toisessa sijainnissa toimii edelleen.

Alustan vikasietoisuuteen keskittyvät tekniset testit eivät suinkaan ole ainoa kehityskohde tai -projekti, jonka pohjana opinnäytetyössä luotua järjestelmää käytetään. Järjestelmästä toiseen siirtyessä oleellinen kysymys on myös se, miten aiemmalla järjestelmällä luodut virtuaalikoneet toimivat uudessa järjestelmässä. Virtualisointijärjestelmien valmistajat ovat kehittäneet työkaluja, joilla virtuaalikoneiden migroimisen kilpailijan järjestelmästä omaan järjestelmään tulisi onnistua soraviivaisesti ja ongelmitta. Microsoftilla tällainen työkalu on Microsoft Virtual Machine Con-

verter, jonka ominaisuuksiin kuuluu VMwarella luotujen virtuaalikoneiden ja niiden virtuaaliko-  
valeytyjen muuntaminen Hyper-V:lle sopiviksi. (Microsoft 2012.) Luodun alustan avulla esimer-  
kiksi tällaisten työkalujen toimivuutta voidaan käytännössä arvioida tuomalla alustaan virtuaali-  
koneita toisesta järjestelmästä.

Palveluntarjoajanäkökulmasta asiakasympäristön itsehallintaportaalit ja erikoistuneet tuotteet  
vaikuttavat olevan alan hallitseva suuntaus tällä hetkellä. Microsoftin Hyper-V 2012 R2 -alustan  
mahdollistama Windowsin Azure-pilvipalveluintegraatio osaltaan mahdollistaa tällaisia uusia  
tapoja käyttää järjestelmää. Azure-integraation ja sen mahdollistamat lisäpalvelujen tarkempi  
läpikäyminen ovat kuitenkin tämän opinnäytetyön rajauksen ulkopuolella.

## **5.4 Henkilökohtaiset oppimiskokemukset**

Opinnäytetyön tekijänä ja etenkin virtualisointialustan rakentajana opin huomattavan määrän  
uutta tietoa laitteista ja ohjelmistoista, joiden kanssa ei omassa työssäni tule juurikaan oltua te-  
kemisissä normaalisti. Virtualisoinnin eli host-palvelimien, levyjärjestelmän, kuitukytkimien ja  
niiden saattaminen toimintaan oli pitkälti uutta itselleni. Valtaosa tuotantoympäristön palveli-  
mista on nykyaikana palveluntarjoajilla virtualisoitu ja tukipalvelutyössä jatkuvasti tehdään toi-  
menpiteitä tällaisille palvelimille, mutta niiden taustalla oleviin järjestelmiin ei juurikaan kiinnite-  
tä huomiota.

Opinnäytetyön tekeminen laajensi huomattavasti omaa näkökulmaa siitä, miten palveluntarjo-  
ajakonesalissa käytettävät järjestelmät todellisuudessa toimivat ja miten virtualisointijärjestelmän  
eri alijärjestelmät keskustelevalt keskenään. Samalla opin, miten näiden järjestelmien asennus  
tapahtuu lähtien konesalin palvelinkaappien pidikkeistä itse Hyper-V:n ohjelmalliseen asentami-  
seen. Tässä työssä käytetyt laitteet ja ohjelmistot ovat kuitenkin vain murto-osa siitä määrästä  
erilaisia ratkaisuja, joita nykyään on käytettävissä, joten opittavaa riittää tulevaisuudessakin  
huomattavasti.

Projektihallinnollisesti opin sen, kuinka tärkeää riittävän kattavasti ja hyvin tehty suunnitelma  
koko projektin kannalta on. Toinen merkittävä oppimani asia on se, kuinka paljon aikaa järjes-  
telmien ongelmanselvittelyyn menee, jos kokemusta järjestelmistä ei ennestään juuri ole. On-

gelmanratkontaan ja asioihin perehtymiseen kulunut aika vei huomattavan osan aikaikkunasta, joka itselleni oli varattu opinnäytetyön teknisen vaiheen toteuttamiseen. Pääosin haluttuun lopputulokseen alustan kannalta päästiin, mikä kuitenkin tapahtui jonkin verran oikomalla yksinkertaisesti ajanpuutteen vuoksi. Myöskään jatkuva vakituinen työskentely ja opinnäytetyön kirjoittaminen samanaikaisesti ei ollut kokemuksena helppo. Parempi suunnittelu, riittävät resurssit ja ajankäyttö olisivat edesauttaneet opinnäytetyön valmistumista alkuperäisessä mittakaavassaan ja aikataulussaan huomattavasti.

Kokemuksena opinnäytetyön tekeminen virtualisoinnista oli hankaluuksista huolimatta positiivinen ja lisäsi omaa ymmärrystä useista alan osa-alueista ja järjestelmistä sekä teknisesti että toteutuksellisesti. Toimeksiantajayritykselle puolestaan on varmasti hyötyä siitä, että opinnäytetyössä luotu alusta on olemassa ja sitä voidaan kehittää tulevaisuudessa tarpeiden vaatimaan suuntaan – oli se sitten ajoittainen kokeilukäyttö tai järjestelmän valjastaminen tuotantoon joko nykyisen järjestelmän rinnalle tai sen korvaajaksi.

## Lähteet

- Arunkundram, R. 2008. An Introduction to Hyper-V in Windows Server 2008. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/magazine/2008.10.hyperv.aspx#id0110011>. Luettu: 14.5.2014.
- Brocade. Secure SAN Zoning Best Practices. Luettavissa: [http://www.brocade.com/downloads/documents/white\\_papers/Zoning\\_Best\\_Practices\\_WP-00.pdf](http://www.brocade.com/downloads/documents/white_papers/Zoning_Best_Practices_WP-00.pdf). Luettu: 13.4.2014.
- Chaubal, C. 2008. The Architecture of VMware ESXi. Luettavissa: [http://www.vmware.com/files/pdf/ESXi\\_architecture.pdf](http://www.vmware.com/files/pdf/ESXi_architecture.pdf). Luettu: 14.5.2014.
- EMC 2006. CLARiiON CX3-20C Setup Guide, s. 9.
- EMC 2011. EMC PowerPath Family: PowerPath and PowerPath/VE Multipathing. Luettavissa: <http://uk.emc.com/collateral/software/data-sheet/l751-powerpath-ve-multipathing-ds.pdf>. Luettu: 16.4.2014.
- Ezzat, M. 2013. Microsoft Windows Multi-Site Failover Cluster Best Practices. Luettavissa: <http://blogs.technet.com/b/meamcs/archive/2013/11/09/microsoft-windows-multi-site-failover-cluster-best-practices.aspx>. Luettu: 16.5.2014.
- IEEE 2013. P802.3bq Standard. Luettavissa: <http://www.ieee802.org/3/bq/index.html>. Luettu: 25.3.2014.
- Finn, A. 2011. Building a Hyper-V Cluster using the Microsoft iSCSI Software Target. Luettavissa: <http://www.aidanfinn.com/?p=11208>. Luettu: 2.1.2014.
- Finn, A., Flynn, D., Lownds, P. & Luscher, M. 2013. Windows Server 2012 Hyper-V Installation and Configuration Guide. Wiley Publishing, Inc. Indianapolis, USA.

Golden, B. 2009. Virtualization for Dummies. 2. painos. Wiley Publishing, Inc. Indianapolis, USA.

Karhula, T. 23.11.2013. Cloud Service Manager. BLC Protie Oy. Keskustelu.

Karhula, T. 15.5.2014. Cloud Service Manager. BLC Protie Oy. Sähköpostikeskustelu.

Mayer, K. 2013a. Building a Private Cloud VM Compute Foundation with the FREE Hyper-V Server 2012. Luettavissa:

<http://blogs.technet.com/b/keithmayer/archive/2013/04/05/getting-started-with-hyper-v-server-2012-hyperv-virtualization-itpro.aspx>. Luettu: 14.5.2014.

Mayer, K. 2013b. VMware or Microsoft? Comparing vSphere 5.5 and Windows Server 2012 R2 Hyper-V At-A-Glance. Luettavissa:

<http://blogs.technet.com/b/keithmayer/archive/2013/09/24/vmware-or-microsoft-comparing-vsphere-5-5-and-windows-server-2012-r2-at-a-glance.aspx>. Luettu: 2.4.2014.

Microsoft 2008. An Introduction to Hyper-V in Windows Server 2008. Luettavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/magazine/2008.10.hyperv.aspx#id0110023>. Luettu: 14.5.2014.

Microsoft 2009. Hyper-V Security Guide, s. 31.

Microsoft 2010. Hyper-V Update List for Windows Server 2008. Luettavissa:

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/dd430893%28WS.10%29.aspx>. Luettu: 14.5.2014.

Microsoft 2012. Configure and Manage the Quorum in a Windows Server 2012 Failover Cluster. Luettavissa: <http://blogs.msdn.com/b/clustering/archive/2011/05/27/10169261.aspx>.

Luettu: 26.2.2014.

Microsoft 2012. Microsoft Virtual Machine Converter. Luettavissa:

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh967435.aspx>. Luettu: 15.5.2014.

Microsoft 2013a. Volume Licensing Reference Guide for Windows Server 2012 R2. Luettavissa: [http://download.microsoft.com/download/E/6/4/E64F72BF-55E9-4D85-9EFE-39605D7CE272/WindowsServer2012R2\\_Licensing\\_Guide.pdf](http://download.microsoft.com/download/E/6/4/E64F72BF-55E9-4D85-9EFE-39605D7CE272/WindowsServer2012R2_Licensing_Guide.pdf). Luettu: 13.4.2014.

Microsoft 2013b. What's New in Failover Clustering in Windows Server 2012 R2. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dn265972.aspx>. Luettu: 15.5.2014.

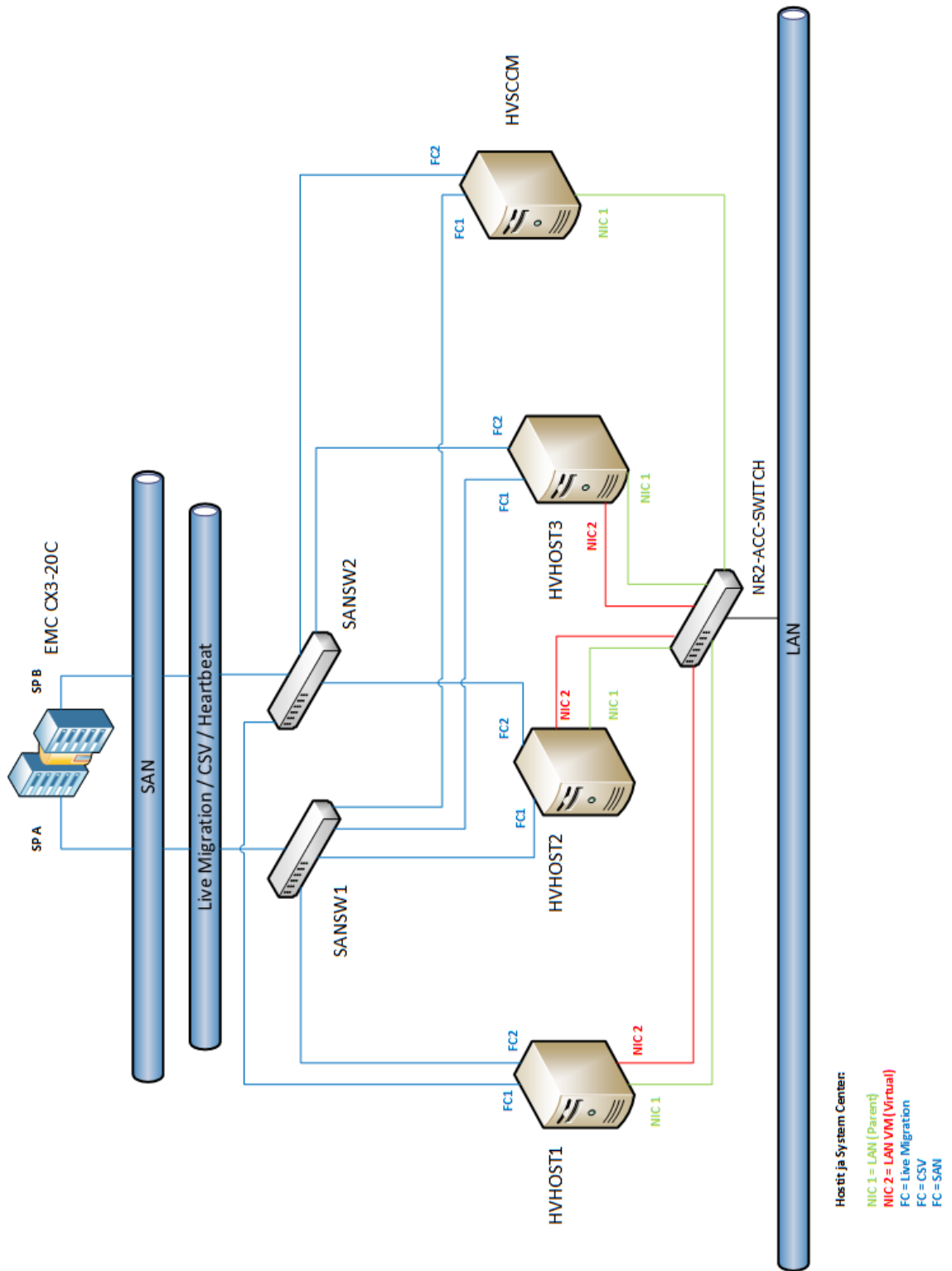
Posey, B. 2013. Virtualization: Run Hyper-V on commodity hardware. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/magazine/dn170432.aspx>. Luettu: 24.2.2014.

VMware 2006. Virtualization Overview. Luettavissa: <http://www.vmware.com/pdf/virtualization.pdf>. Luettu: 15.5.2014.

VMware 2014. Guest OS Compatibility Guide. Luettavissa: [http://partnerweb.vmware.com/comp\\_guide2/pdf/VMware\\_GOS\\_Compatibility\\_Guide.pdf](http://partnerweb.vmware.com/comp_guide2/pdf/VMware_GOS_Compatibility_Guide.pdf). Luettu: 19.4.2014.

# Liitteet

Liite 1. Hyper-V –virtualisointialustan kaaviokuva





Liite 2. Virtualisointialustan verkko-osoitetaulukko

<b>Laite tai ohjelmisto</b>	<b>IP-osoite</b>	<b>Aliverkon peite</b>
<b>Levyjärjestelmä</b>		
SPA	10.220.111.60	255.255.255.0
SPB	10.220.111.61	255.255.255.0
<b>Kuitukytkimet</b>		
SANSW1	10.220.111.62	255.255.255.0
SANSW2	10.220.111.63	255.255.255.0
<b>Palvelimet</b>		
HVSCCM	10.220.111.10	255.255.255.0
HVHOST1	10.220.111.11	255.255.255.0
HVHOST2	10.220.111.12	255.255.255.0
HVHOST3	10.220.111.13	255.255.255.0
<b>Klusteri</b>		
PROHV2012-klusteri	10.220.111.100	255.255.255.0